

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт  
Строительных конструкций и управляемых систем  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ С.В. Деордиев  
подпись инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде \_\_\_\_\_ проекта \_\_\_\_\_

08.03.01.01 «Строительство»  
код – наименование направления

Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона «Спутник» в  
г. Дивногорск  
тема (вариант)

Руководитель \_\_\_\_\_  
подпись, дата

доцент, каф. СК и УС С.В. Григорьев  
должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_  
подпись, дата

А.А. Шаврова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа БР по теме Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона Спутник в г.Красноярск

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.В. Казакова  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

С.В. Григорьев  
инициалы, фамилия

фундаменты  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

О.А. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.В. Данилович  
инициалы, фамилия

организация строит. производства  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.В. Данилович  
инициалы, фамилия

экономика строительства  
наименование раздела

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Т.П. Категорская  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

С.В. Григорьев  
инициалы, фамилия

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Архитектурные решения .....	6
1.1	Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации .....	6
1.2	Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.	6
1.3	Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства....	7
1.3.1	Решения по наружной отделке здания.....	7
1.3.3	Решения, обеспечивающие нормативные требования по естественному освещению и инсоляции.....	11
1.4	Решения, обеспечивающие защиту помещений от шума.....	11
1.4.1	Шум от внешних источников .....	11
1.4.2	Шум от внутренних источников .....	12
1.4.3	Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов.....	12
1.5	Конструктивные и объемно-планировочные решения .....	12
1.5.1	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.....	12
1.5.2	Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства.....	14
1.5.3	Химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства .....	14
1.5.4	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций .....	14
2	Расчетно-конструктивный раздел .....	16
2.1	Компоновка конструктивной схемы здания .....	16
2.1.2	Устройство связей.....	17
2.1.3	Ограждающие конструкции.....	20
2.2	Статический расчет блока №1 в осях В-И/1-8 .....	20
2.2.1	Расчетная схема.....	20
2.2.2	Сбор нагрузок.....	21
2.2.3	Определение расчетных сочетаний усилий .....	29
2.3	Расчет и конструирование фермы ФС .....	35

						БР-08.03.01.01-ПЗ				
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона «Спутник» в г.Дивногорск		Стадия	Лист	Листов
Разработал		Шаврова						Р		
Руководитель								СКУС		
Н.контроль		Григорьев								
Зав.кафедры		Деордиев								

2.4 Расчет и конструирование узлов фермы ФС2.....	40
3 Фундаменты.....	44
3.1 Исходные данные для проектирования .....	44
3.2 Сбор нагрузок.....	45
3.3 Расчет фундамента из бурозабивных свай.....	46
3.4 Расчет фундамента из забивных свай .....	50
3.4 Конструирование ростверка .....	52
3.4.1 Проверка на продавливание угловой сваей.....	52
3.4.2 Расчет ростверка на изгиб.....	52
3.5 Техничко-экономические показатели .....	54
4.1 Область применения .....	56
4.2 Общие положения .....	56
4.3 Организация и технология выполнения работ.....	56
4.3.1 Подготовительные работы .....	56
4.3.2 Монтажные работы.....	56
4.4 Контроль качества.....	58
4.5 Выбор крана по техническим параметрам .....	58
4.7 Калькуляция трудовых затрат .....	59
5 Организация строительства .....	60
5.1 Календарный план производства работ.....	60
6 Экономика строительства .....	64
6.1 Определение стоимости строительства объекта по укрупненным нормативам .....	64
6.2 Составление локального сметного расчета на устройство металлического каркаса.....	67
6.2.1 Анализ локального сметного расчета на устройство металлического каркаса .....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	75
$t_b$ – расчётная температура внутреннего воздуха здания, [3, табл. 3]; .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	92

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы данной дипломной работы заключается в обеспечении удовлетворения потребностей жителей г.Дивногорск в объектах спортивного назначения.

Каркас здания до отметки 0,000 выполнен из железобетона, надземная часть имеет металлический каркас, что является преимуществом, так как металлический каркас имеет более низкую стоимость и требует значительно меньше трудозатрат по сравнению с железобетонными элементами.

Цель работы - разработка проектно-сметной документации на возведение спортивно-технологического блока стадиона «Спутник» в г.Дивногорск.

Исходя из цели, в дипломной работе представлены следующие задачи:

- разработка объемно-планировочного решения, теплотехнический расчет наружной стены, плиты покрытия, окна;
- расчет поперечной рамы;
- расчет и конструирование узлов стропильной фермы;
- расчет и конструирование фундаментов;
- разработка технологической карты на возведение металлического каркаса здания;
- расчет и анализ локальной сметы на устройство металлического каркаса здания.

Участок ограничен с южной стороны проезжей частью ул. Спортивная, с западной и северной сторон – лесным массивом, с восточной стороны в 180м расположен участок общеобразовательного дошкольного учреждения.

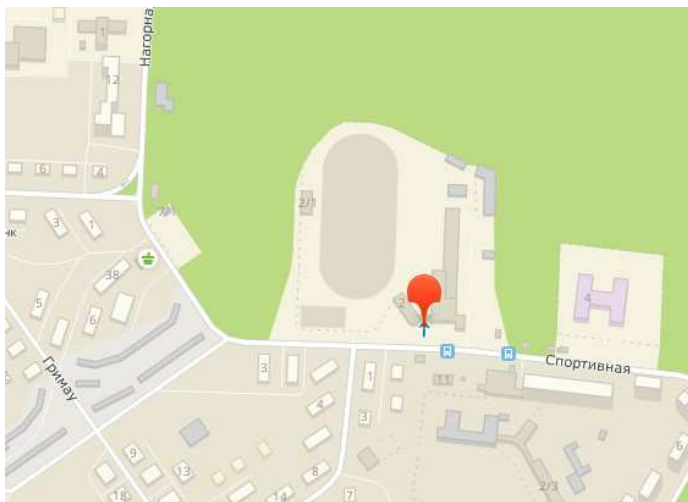


Рисунок 1 – Место расположения объекта

При выполнении выпускной квалификационной работы были использованы основные нормативные документы – СП, СНиП, ГОСТ, ЕНиР, ФЕР, МДС. Графическая часть выполнена в ПК AutoCAD, расчет поперечной рамы каркаса выполнен с помощью ПК SCAD, расчет свайных фундаментов выполнен при помощи программы «Запрос», «Арбат» ПК SCAD/

## **1 Архитектурные решения**

### **1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации**

Участок, на котором производится строительство административно располагается по адресу: Красноярский край, город Дивногорск, улица Спортивная, 2 (на территории существующего КГАПОУ «ДКИОР»).

Проектируемое здание спортивно-технологического блока имеет прямоугольную в плане форму со следующими размерами: длина в осях 1-8 - 39 м, ширина в осях В-М - 22,05 м.

Этажность - 4 этажа, включая цокольный этаж на отм. -1,200 и верхний технический этаж в осях 1-3/В-М на отм. +11,400; количество этажей – 4.

Предусмотрен наружный организованный водосток.

Наружные стены выполняются двух типов: цокольная часть – монолитные железобетонные стены; выше отметки 0.000 наружными ограждающими конструкциями являются трёхслойные сэндвич-панели с внутренними слоем из минерального теплоизоляционного материала. Теплотехнический расчет представлен в приложении А. Кровля здания – сложной полуцилиндрической формы.

Основные характеристики района строительства представлены в таблице

Таблица 1 - Основные характеристики района строительства

Характеристика	Значение
Расчетная зимняя температура	-37° С
Климатический район	1В
Скоростной напор ветра	0,38 КПА
Снеговые нагрузки	1,8 КПА
Сейсмичность	6 баллов

Основные характеристики здания представлены в таблице 2

Таблица 2 - Основные характеристики здания

Характеристика	Значение
Уровень ответственности здания	II
Степень огнестойкости	II
Класс конструктивной пожарной опасности	C0

### **1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства**

Архитектурный облик возводимого здания спортивно-технологического блока выполнен в соответствии с условиями его функционального назначения и особенностями месторасположения.

В основе объемно-пространственного решения лежит принцип единого коммуникационного пространства единого коммуникационного пространства

(вестибюли, коридоры, фойе, лестничные клетки, лифты), спортивно-технологический блок связан с остальными блоками комплекса и предусматривает возможность доступа в любой блок спортивных помещений, без нарушения внутренней функциональной структуры планировочных единиц.

Основные объемно–планировочные и функциональные составляющие проектируемого здания спортивно- технологического блока, согласно заданию на проектирование - бассейн с длиной ванны чаши бассейна 25 м на 4 дорожки (2 раздевалки для мужчин и женщин на 24 человека каждая с душевыми и санузлами; сауна на 10 человек; медблок; зал сухого тренажера; помещения для обслуживающего и административного персонала; помещения и устройства, обеспечивающие техническую эксплуатацию бассейна).

### **1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства**

#### **1.3.1 Решения по наружной отделке здания**

— Наружная отделка надземной части здания предусмотрена двух видов:

— облицовка наружных стен из трехслойных металлических панелей с минеральным теплоизоляционным материалом в среднем слое навесной фасадной системой со стальными текстурированными кассетами КраспанМеталлТекс. Цветовое решение принято в соответствии с реализованным проектом реконструкции корпусов КГАПОУ «ДКИОР»: сочетание светлосерых серебристых тонов с приглушенным бронзовым и контрастным антрацитовым цветом;

— навесные светопрозрачные фасадные системы, системы витражей. Материал переплетов витражей - алюминий. Цвет переплетов - серебристый металлик;

— окна здания приняты по ГОСТ 30674-99 из ПВХ профиля. Цвет профиля – белый;

— стены цоколя выше отметки земли утеплены минплитой, облицованы стальными текстурированными кассетами КраспанМеталлТекс в составе навесной вентилируемой фасадной системы;

— стены подземной части здания гидроизолированы, утеплены плитами ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF 300 ( СТО 72746455-3.3.1-2012) от отметки уровня земли до низа промерзания грунта;

— крыльца и прямки облицованы керамогранитными плитами, цвет - темный серый. Отделка горизонтальных поверхностей крылец - плиты с шероховатой поверхностью.

#### **1.3.2 Решения по внутренней отделке помещений**

Ведомость отделки помещений представлена в приложении Г

Для отделки помещений необходимо использовать экологически чистые материалы, соответствующие нормам пожаробезопасности, так же необходимо наличие сертификатов или заключений о соответствии гигиеническим нормам.

Согласно таблице 28 123-ФЗ для зданий класса Ф 3.6 функциональной пожарной опасности на путях эвакуации применяются отделочные материалы по классу пожарной опасности не более:

- КМ3 – стены и потолки вестибюлей, лестничных клеток, лифтовых холлов;
- КМ4 - стены и потолки общих коридоров, холлов, фойе;
- КМ2 – покрытие полов вестибюлей, лестничных клеток, лифтовых холлов;
- КМ3 – покрытие полов общих коридоров, холлов, фойе

Согласно таблице 3 123-ФЗ, свойства строительных отделочных материалов в зависимости от класса пожарной опасности строительных отделочных материалов:

- КМ2 – Г1, В2, Д2, Т2, РП1;
- КМ3 – Г2, В2, Д3, Т2, РП2;
- КМ4 – Г3, В2, Д3, Т3, РП2.

Каркасы подвесных потолков требуется выполнять из негорючих материалов.

Выбор принятых конструктивных решений полов, отделочных покрытий стен и перегородок, системы подвесных потолков обусловлены технико-экономической целесообразностью, условиями строительства и позволяет обеспечить надежность и долговечность эксплуатации принятых конструкций, а так же оптимальные условия эксплуатации.

#### **1.3.2.1 Полы**

Экспликация полов представлена в приложении Б.

Зал ванны бассейна (обходные дорожки):

- Влагостойкое коммерческое ПВХ покрытие (Forbo Surestep Aqua), (износостойкость - 34 класс) - 2.9 мм;
- полимерный клей - 0.8 мм;
- грунтовка;
- разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 армированная металлической сеткой;
- рулонная гидроизоляция 2 слоя - 6 мм;
- плита перекрытия.

Раздевалки и душевые бассейна:

- влагостойкое коммерческое ПВХ покрытие (Forbo Surestep Aqua), (износостойкость - 34 класс) - 2.9 мм;
- полимерный клей - 0.8 мм;
- грунтовка;
- разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 армированная металлической сеткой;
- рулонная гидроизоляция 2 слоя - 6 мм;
- плита перекрытия.



Коридоры, вестибюли, фойе, лифтовые холлы, лестничные клетки:

- противоскользящее коммерческое поливинилхлоридное покрытие, (износостойкость - 34 класс) - 2 мм;
- полимерный клей - 0.8 мм;
- грунтовка - 5 мм;
- стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 армированная металлической сеткой из D 4Bp1 с ячейками 100x100 - 95.2 мм;
- плита перекрытия.

Служебные помещения, кабинеты:

- коммерческий поливинилхлоридный линолеум, (износостойкость - 34 класс) - 2 мм;
- полимерный клей - 0.8 мм;
- грунтовка;
- стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 армированная металлической сеткой из D 4Bp1 с ячейками 100x100 - 95.2 мм;
- грунтовка;
- плита перекрытия.

Санузлы, КУИ:

- керамическая плитка + Затирка +пластифицирующая добавка - 6 мм;
- полимерцементный клей - 7 мм;
- рулонная гидроизоляция 1 слой - 0.7мм;
- разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150;армированная металлической сеткой из D 4Bp1 с ячейками 100x100 - до 87.3 мм;
- плита перекрытия.

Технические помещения на отм.-3,600 (водоподготовка), ИТП, водомерный узел:

- керамогранитная плитка + затирка +пластифицирующая добавка - 6 мм;
- полимерцементный клей - 7 мм;
- рулонная гидроизоляция 2 слоя - 1.5мм;
- разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 армированная металлической сеткой из D 4Bp1 с ячейками 100x100 - до 87.3 мм;
- армированный бетон класса В22,5;
- грунт основания.

Венткамеры на отм. +11.400:

- стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 по уклону с железнением поверхности, армированная металлической сеткой из D 4Bp1 с ячейками 100x100 - до 87 мм;
- рулонная гидроизоляция 1 слоя - 3мм;
- плита перекрытия.

Технические помещения на отм.-1.200 (водоподготовка), ИТП,  
водомерный узел

- керамогранитная плитка + затирка + пластифицирующая добавка - 6 мм
- полимерцементный клей - 7 мм
- рулонная гидроизоляция 2 слоя - 1.5мм
- разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 армированная металлической сеткой из D 4Вр1 с ячейками 100х100 - до 87.3 мм
- армированный бетон класса В22,5
- грунт основания

**1.3.2.2 Отделка стен и перегородок**

В отделке помещений здания спортивно-технологического блока используются следующие материалы и системы: облицовка С625 KNAUF, штукатурка по ГОСТ 31377-2008 перегородок из кирпича, облицовка керамическими и керамогранитными плитками ГОСТ 6141-91, ГОСТ Р 57141-2016, окраска.

В отделке помещений применены материалы, допускающие систематическую очистку. Финишное покрытие стен спортивных залов, кабинетов, коридоров и лестничных клеток, вестибюлей и фойе - окраска акриловыми красками за 2 раза.

Стены помещений пищеблока, медицинские помещения, душевых, уборных, раздевальных - покрытия из влагостойких материалов с гладкими поверхностями, легко моющимися горячей водой с применением моющих, дезинфицирующих средств (керамическая плитка, окраска влагостойкими красками).

Стены зала бассейна - облицовка керамической плиткой, окраска акриловой влагостойкой краской.

Стены технических помещений - окраска водно-дисперсионной краской ГОСТ 28196-89; панель - на высоту 1800 - окраска влагостойкой краской.

**1.3.2.3 Отделка потолков**

Для отделки потолков, в том числе внутренних строительных конструкций предусматриваются системы и материалы, допускающие систематическую очистку, доступ к разводке инженерных коммуникаций, что необходимо для более эффективного процесса эксплуатации здания.

Потолки вестибюлей, коридоров, фойе, гардероба верхней одежды, лифтовых холлов, помещения обеденного зала кафетерия и раздаточной - система подвесных потолков с металлическими решетчатыми кассетами Грильятто Cesal CL-T15 50х50мм.

Зал бассейна - устройство подвесных потолочных систем в проекте не предусматривается. Внутренняя поверхность профлиста покрытия окрашивается порошковым способом в заводских условиях. Несущие конструкции покрытия обрабатываются антикоррозийным и огнезащитным

составами. Цвет – в соответствии с дизайн-проектом интерьеров для данных помещений.

Потолки помещений рабочих кабинетов, раздевалок, тренерских, инструкторских, судейской - система подвесных потолков с заполнением плитами из минерального волокна OWA Standart 600x600x14 K17.

Потолки "мокрых" помещений: душевые и кабины для переодевания с душевыми для МГН, санузлы, комнаты уборочного инвентаря – потолки подвесные реечные на металлическом каркасе Cesal S дизайн 100.

Потолки технических помещений: помещение ИТП, электрощитовая, узел ввода, венткамеры, помещения техподполья, помещения технического чердака, помещение чаши бассейна, озонаторная, комната хранения дизрастворов – окрашиваются вододисперсионной краской на акриловой основе за 2 раза.

Потолки служебных помещений: инвентарные, производственные помещения кафетерия, служебные коридоры – окрашиваются вододисперсионной краской на акриловой основе за 2 раза.

Потолки лестничных клеток - "КНАУФ" П 112, окраска вододисперсионной краской на акриловой основе за два раза.

Потолки технических помещений - окраска вододисперсионной краской за два раза.

### **1.3.3 Решения, обеспечивающие нормативные требования по естественному освещению и инсоляции**

Объемно-планировочные решения здания предусматривают, что помещения с постоянным пребыванием людей имеют боковое естественное освещение через конструктивные световые проемы.

Естественное освещение рабочих мест административного персонала осуществляется за счет световых проемов и обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже нормируемого.

## **1.4 Решения, обеспечивающие защиту помещений от шума**

### **1.4.1 Шум от внешних источников**

Защита от шума помещений здания спортивно-технологического блока и их акустическое благополучие достигается размещением его на территории спорткомплекса с учетом необходимого удаления от источников шума, рациональной внутренней планировкой здания, устройством наружных и внутренних ограждающих конструкций, обладающих требуемой звукоизоляцией.

Расположение здания на территории комплекса стадиона "Спутник" определяется технологией рабочих процессов и продиктовано сложившейся градостроительной ситуацией. Основным мероприятием по защите здания спортивно-технологического блока КГАПОУ "ДКИОР" от шума является выполнение конструкции наружного ограждения с достаточной звукоизоляцией и рациональная внутренняя планировка.

#### 1.4.2 Шум от внутренних источников

Внутри здания спортивно-технологического блока источниками шума является вентиляционное оборудование, располагаемое в помещениях вентиляционных камер.

Для соблюдения условий обеспечения нормируемых показателей изоляции проектом предусматриваются акустические мероприятия - это вибро- и звукоизоляция оборудования, применение звукопоглощающих конструкций в помещениях с источниками шума, установка глушителей шума в системах вентиляции, применение малозумного оборудования и выбор правильного (расчетного) режима его работы, и другие. Для устранения шума от оборудования используются следующие способы:

- уменьшение шума в источнике, т.е. снижение уровней шума и вибрации, излучаемых оборудованием;
- устранение передачи вибраций по конструкциям здания (виброизоляция);
- устранение передачи шума по вентиляционным каналам;
- увеличение звукоизолирующей способности ограждающих конструкций;

#### 1.4.3 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов

Светоограждение здания спортивно-технологического блока не требуется.

### 1.5 Конструктивные и объемно-планировочные решения

#### 1.5.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Основные сведения о климатических условиях участка, предоставленного для размещения строительства представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Основные сведения о климатических условиях площадки строительства

Показатель	Значение
Площадка строительства	г. Дивногорск
Среднегодовая температура воздуха	+ 1,2 °С
Абсолютная максимальная температура	+ 37 °С
Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца	+ 25,8 °С
Абсолютная минимальная температура воздуха	- 48 °С
Температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92	- 39 °С
Температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.	- 37 °С

# Окончание Таблицы 1.1

Показатель	Значение
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0 °С	171 сут. tcp= - 10, °С
Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже + 8 °С	233 сут. tcp= - 6,7 °С
Средняя месячная влажность воздуха наиболее холодного месяца	78 %
Средняя месячная влажность воздуха наиболее теплого месяца	70 %
Количество осадков за год	471 мм
Суточный максимум осадков	97 мм
Преобладающее направление ветров за декабрь-февраль	западное
Преобладающее направление ветров за июнь-август	западное

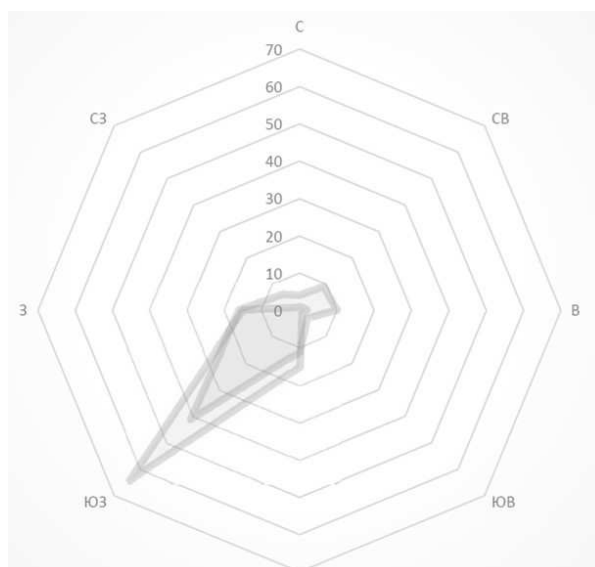


Рисунок 1 – Диаграмма повторяемости ветра

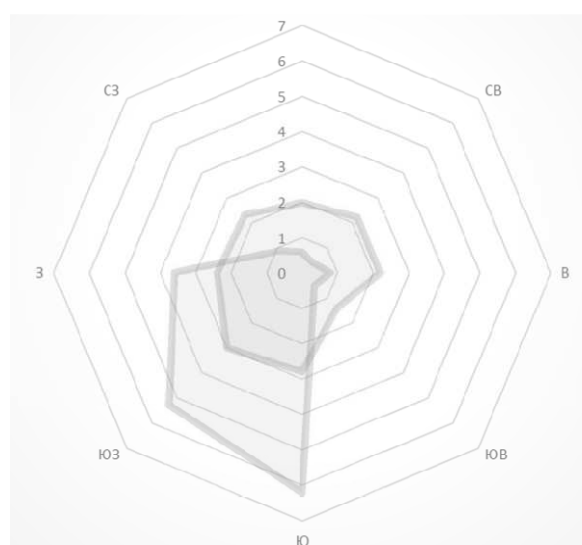


Рисунок 2 – Диаграмма скорости ветра

### **1.5.2 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства**

В геоморфологическом отношении площадка изысканий приурочена к террасированному правобережному склону р. Енисей. Поверхность площадки изысканий имеет уклон в северо-восточном направлении в сторону р. Енисей, характеризуется слабо гофрированной поверхностью, то есть сочетанием выпуклостей и понижений в виде ложков, по которым происходит дренаж приповерхностных грунтовых вод в ближайший ручей Филаретов.

Относительное превышение в пределах площадки 3.50 м.

В пределах площадки на период изысканий до глубины 5-17,0 м водоносный горизонт подземных вод не вскрыт. В период эксплуатации сооружения возможно образование водоносного горизонта за счет постепенного накопления влаги при инфильтрации атмосферных осадков в случае нарушения условий поверхностного стока, а также за счет инфильтрации техногенных вод, в случае их утечки из водонесущих коммуникаций, что может привести к замачиванию грунтов, дополнительное увлажнение которых приведет к изменению их состояния, снижению несущей способности и связанной с ними деформации.

### **1.5.3 Химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства**

В пределах площадки на период изысканий до глубины 5-17,0 м водоносный горизонт подземных вод не вскрыт. В период эксплуатации сооружения возможно образование водоносного горизонта за счет постепенного накопления влаги при инфильтрации атмосферных осадков в случае нарушения условий поверхностного стока, а также за счет инфильтрации техногенных вод, в случае их утечки из водонесущих коммуникаций, что может привести к замачиванию грунтов, дополнительное увлажнение которых приведет к изменению их состояния, снижению несущей способности и связанной с ними деформации.

По степени агрессивного воздействия на бетон и железобетон марок (W4, W6, W8) грунты исследуемой площадки неагрессивны.

### **1.5.4 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций**

Проектируемое здание имеет габариты в плане 39.0x20.5 м, высота:  $\approx 11$  м (от уровня планировки).

Ограждающие конструкции здания - сендвич-панели, витражи большой площади - имеют повышенную чувствительность к неравномерным деформациям.

За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 252.25.

Помещения здания отапливаемые.

Относительная влажность воздуха в помещениях - 65%.

Воздушная среда по отношению к стали - слабоагрессивная.

Здание состоит из двух частей: подвальная часть выполнена из монолитных железобетонных конструкций, надземная часть представляет собой каркас сложной формы с большими пролетами из металлических конструкций. В здании предусмотрены температурно - усадочные швы.

- Пространственная жесткость и устойчивость обеспечивается:
- вертикальными связями колонн каркаса, устраиваемые по наружному периметру и внутри здания, диском жесткости монолитной плиты пола подвала и перекрытия над подвалом;
- дисками жесткости перекрытий;
- диском жесткости покрытия здания, диск жесткости покрытия обеспечивается горизонтальными связями в уровне верхнего пояса ферм, объединенных вертикальными связями покрытия.

## **2 Расчетно-конструктивный раздел**

### **2.1 Компонировка конструктивной схемы здания**

Объект строительства – здание спортивно-технологического блока №2 стадиона Спутник.

Место строительства – г. Дивногорск.

Климатические условия строительства

- Согласно СП 131.13330.2012 г. Дивногорск относится к I климатическому району, IV подрайону;

- Согласно СП 20.13330.2016, расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1,5 кПа (150 кгс/м<sup>2</sup>) - III снеговой район;

- Нормативное ветровое давление - 0,38 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>), III ветровой район;

- Сейсмичность района по СП 14.13330.2018 - 6 баллов;

- Расчетная температура наружного воздуха составляет минус 40°C;

- Преобладающие ветры юго-западного и западного направлений.

По заданию бакалаврской работы необходимо выполнить расчет поперечного каркаса блока в осях 1-8, расчет и конструирование фермы покрытия и колонны.

Рассматриваемый блок здания прямоугольной формы в плане. Размеры блока в плане в осях 1-8/В-И составляют 15,5х39 м.

За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа, что соответствует абсолютной отметке 252,25.

Здание состоит из двух частей: подвальная часть выполнена из монолитных железобетонных конструкций, надземная часть представляет собой каркас из металлических конструкций.

Пространственная жесткость и устойчивость обеспечивается:

— вертикальными связями колонн каркаса, устраиваемые по наружному периметру и внутри здания

— диском жесткости монолитной плиты пола подвала и перекрытия над подвалом;

— дисками жесткости перекрытий;

— диском жесткости покрытия здания, диск жесткости покрытия обеспечивается горизонтальными связями в уровне верхнего пояса ферм, объединенных вертикальными связями покрытия.

Жесткость горизонтальных дисков перекрытия обеспечивается:

— креплением листов опалубки к элементам балочной клетки самонарезающими винтами и шпильками-упорами;

— креплением листов опалубки между собой.

Колонны в уровне первого этажа запроектированы монолитные железобетонные, из бетона класса B25, F100, W4, толщиной 250 мм. Колонны



надземной части – стальные из двутавров по СТО АСЧМ 20-93, **сталь С345**. Балки перекрытия и покрытия двутаврового сечения по СТО АСЧМ 20-93.

Стропильные фермы из квадратных труб по ГОСТ 30245-2012, **сталь С255**. Связи горизонтальные и вертикальные выполнены из квадратных труб по ГОСТ 30245-2012, **сталь С255**. Прогоны выполнены из двутавров по ГОСТ 8240-89 с шагом 1,5-2 м, **сталь С255**.

Узлы сопряжения стальных колонн каркаса с железобетонными колоннами выполнены жесткими, а узлы сопряжения колонн с ригелями каркаса - шарнирными. Монтажные соединения элементов каркаса – болтовые.

### **2.1.1 Разбивка сетки колонн**

В соответствии с исходными данными назначаю шаг колонн  $B = 6$  м и опираю на них непосредственно стропильные фермы. Привязку наружной грани колонны к продольным координационным осям принимаю центральную.

### **2.1.2 Устройство связей**

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей по покрытию здания и между колоннами. Они предназначены для создания геометрически неизменяемой пространственной конструкции каркаса; уменьшения расчетных длин элементов конструкций; восприятия ветровых и тормозных нагрузок; обеспечения пространственной работы каркаса и проектного положения элементов каркаса в процессе монтажа и эксплуатации.

#### Связи по покрытию

Связи по покрытию представлены на рисунке 2.2

Размещаю горизонтальные поперечные связи С1 по верхним поясам стропильных ферм в осях 4-5, 7-8, Е-И и В-Д. Они служат для закрепления от смещений прогонов.

Для удерживания стропильных ферм в проектом (вертикальном) положении предусматриваем распорки С1. Согласно указаний п.15.4.10 [СП 16.13330.2016] устанавливаем распорки между осями Ж-И, Д-Е, В-Г. Т.к. расчетная температура района строительства выше минус 45°C. (г. Дивногорск, - 40°C) установка дополнительных вертикальных связей посередине пролета вдоль всего здания не требуется.

Руководствуясь п.15.4.5:

«В уровне нижних поясов стропильных ферм следует предусматривать поперечные горизонтальные связи в каждом пролете здания у торцов, а также у температурных швов здания.

В случае если гибкость в горизонтальной плоскости панелей нижних поясов ферм находящихся между двумя поперечными связевыми фермами, недостаточна, то она должна быть обеспечена постановкой растяжек, закрепленных за узлы связевых ферм» [СП 16.13330.2017]. По нижним поясам ферм устанавливаю горизонтальные связи в осях 4-5. В результате такого объединения фермы воспринимают от стоек торцового фахверка ветровую нагрузку и передают ее на связи между колоннами и далее с их помощью – на

фундаменты и закрепляют от смещений вертикальные связи и растяжки между нижними поясами.

#### Связи между колоннами

Связи между колоннами представлены на рисунке 2.1

Назначение связей:

- создание продольной жесткости каркаса, необходимой для нормальной его эксплуатации;
- обеспечение устойчивости колонн;
- восприятие ветровой нагрузки.

Устанавливают их в осях И/5-6, В/5-6.

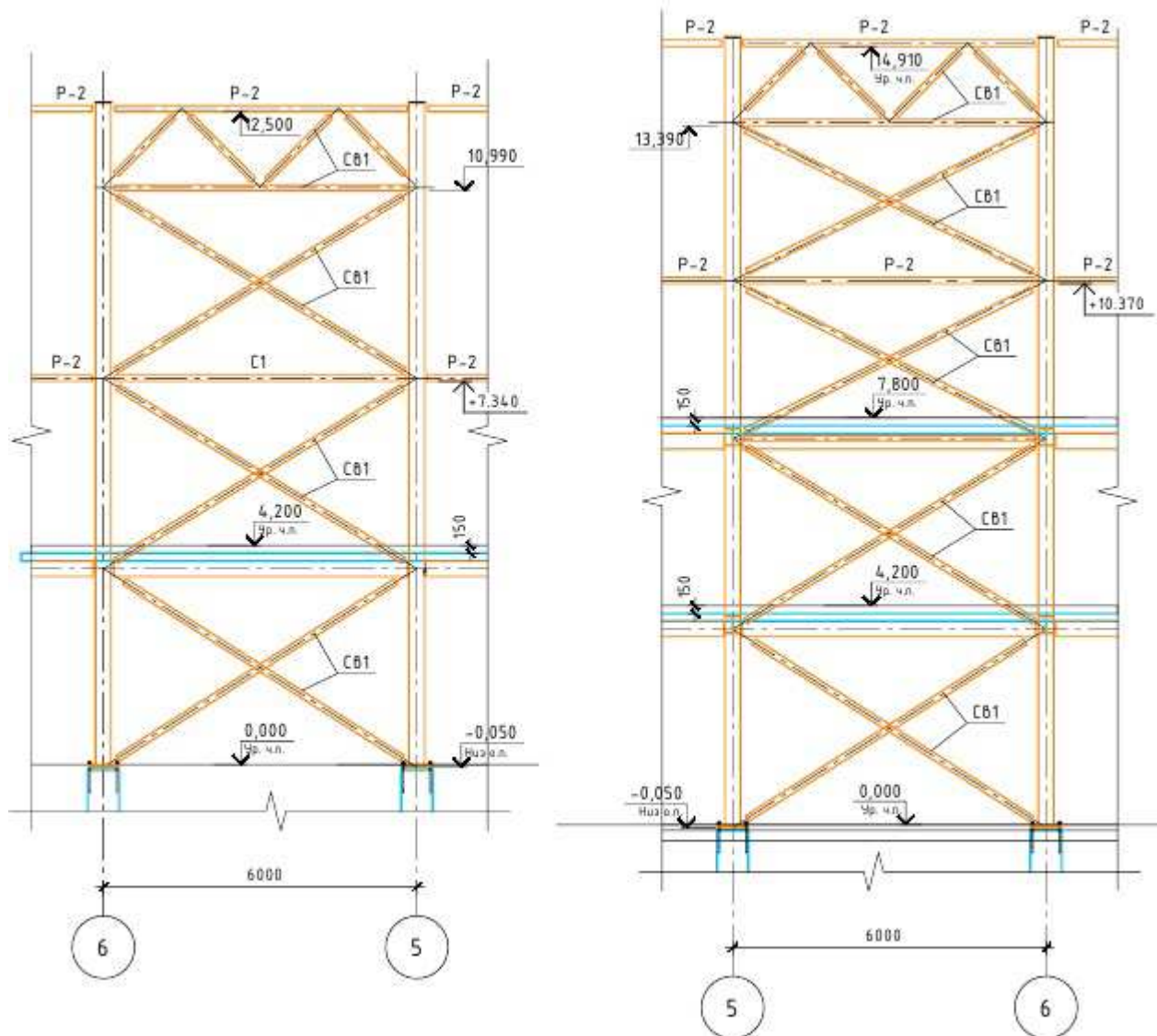
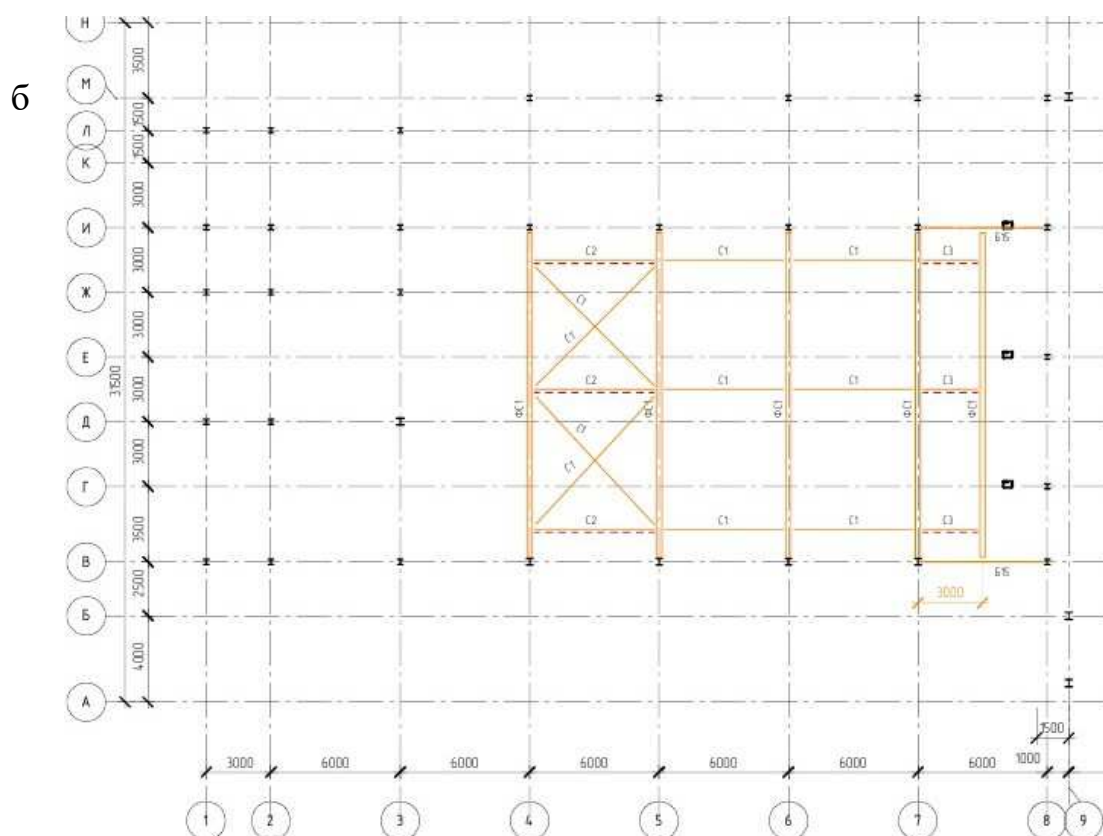
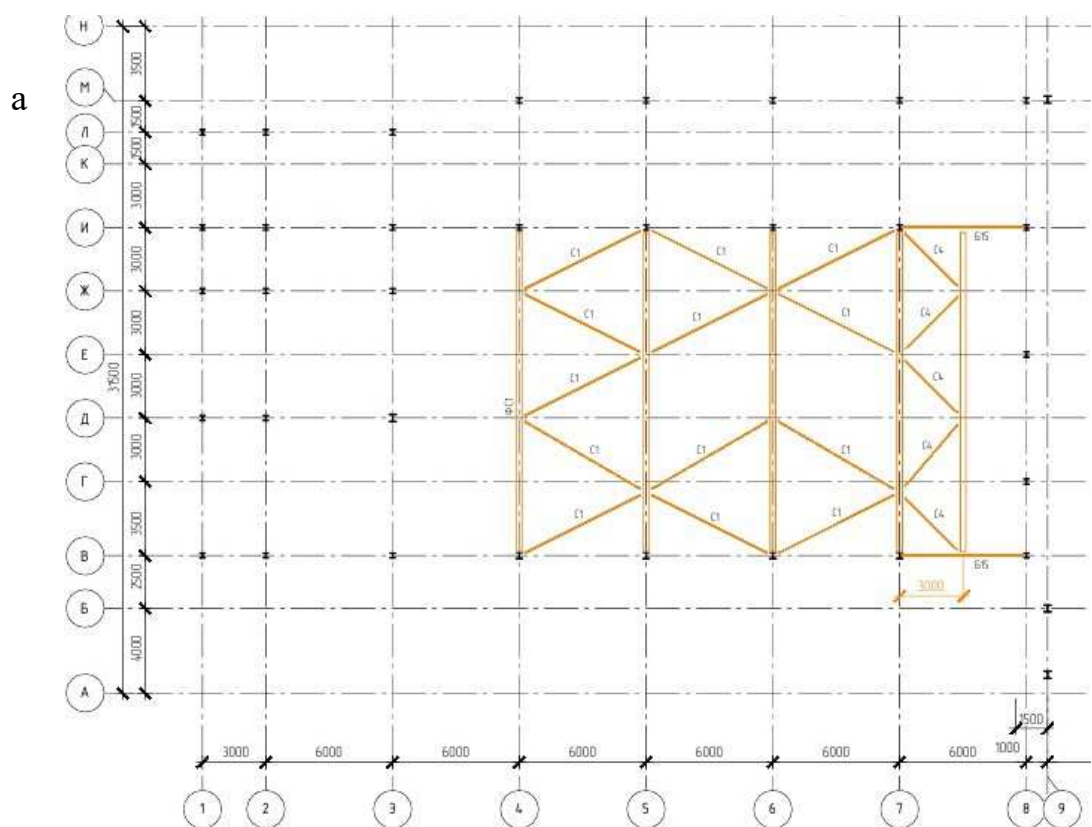


Рисунок 2.1 - Схема расположения связей между колоннами



а – схема расположения элементов покрытия по верхнему поясу ферм в осях 1-8; б – схема расположения элементов покрытия по нижнему поясу ферм в осях 1-8

Рисунок 2.2 - Схема расположения горизонтальных связей

### 2.1.3 Ограждающие конструкции

Наружные стены выполнены из трехслойных сэндвич-панелей Металл профиль толщиной 200 мм.

Кровля утепленная двухскатная по несущим металлическим прогонам следующего состава:

- полимерная мембрана LOGICROOF V-RP СТО 72746455-3.4.1-2013 – 1,5 мм;
- минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ В60/Н30 ТУ 5762-010-74182181-2012;
- продольно – гнутый (арочный) оцинкованный профлист С44-1000-0,8 по ГОСТ 24045-2016.

### 2.2 Статический расчет блока №1 в осях В-И/1-8

Расчет блока №2 в осях В-И/1-8 выполняю с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций.

#### 2.2.1 Расчетная схема

Системы координат. Для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:

- глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой;
- локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

Тип схемы. Расчетная схема определена как система с признаком 2. Это означает, что рассматривается система как плоская рама, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Z и поворотами вокруг оси Y.

Граничные условия. Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающие некоторые из этих перемещений.

Расчетная схема здания включает данные о нагрузках и физическую модель.

Задаю жесткости элементов схемы:

- колонны – двутавры прокатные по оси И - 30К2, по оси В - 30К2;
- балки промежуточных площадок - двутавр 30Ш1;
- подкосы промежуточных площадок – прямоугольные трубы 110х100х5;
- фермы: верхний и нижний пояс – квадратная труба 120х4;
- раскосы квадратные трубы 80х4, стойки – квадратные трубы 80х4

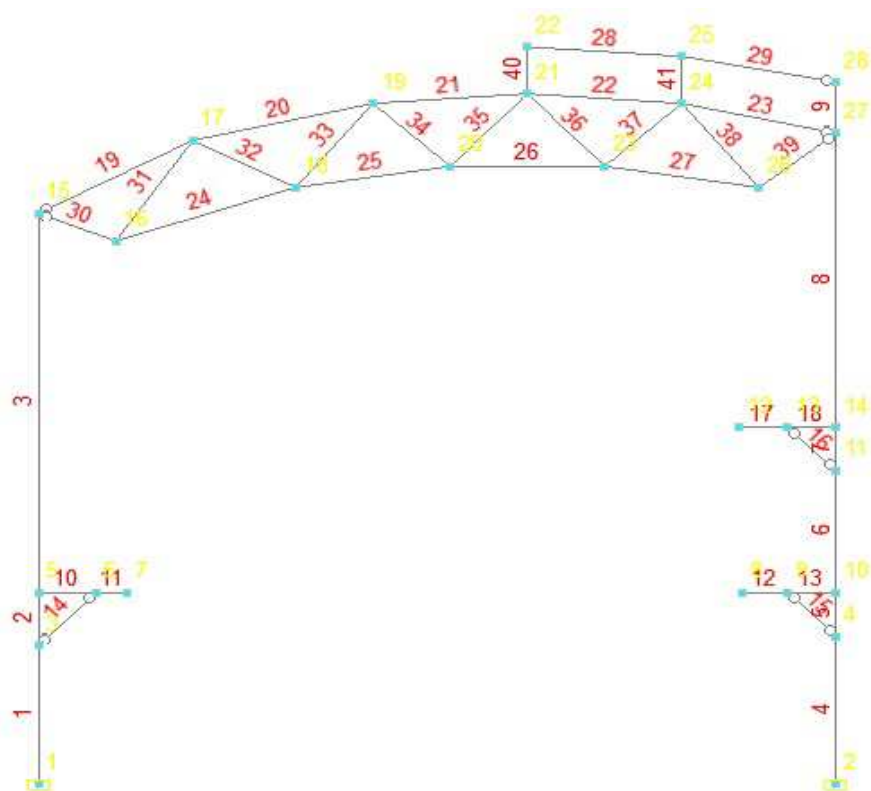


Рисунок 2.3 - Расчетная схема поперечника блока №2 в осях В-И

## 2.2.2 Сбор нагрузок

### 2.2.2.1 Постоянные нагрузки

Блок №2 рассчитываю на постоянные нагрузки - от веса несущих и ограждающих конструкций здания, временные – от снега и ветра.

На расчетную схему передаются нагрузки от собственного веса всех конструкций, образующих расчетный блок. Нагрузки от собственного веса конструкций задаем в программном комплексе SCAD Office с  $\gamma_f = 1,05$ .

Таблица 2.1 - Нагрузка на ферму от веса конструкций покрытия и кровли

№ п/п	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Кровля				
1	Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP СТО 72746455-3.4.1-2013	-	-	-
2	Утеплитель ТЕХНОРУФ В60 $\delta = 0,04$ м; $\rho = 1,8$ кН/м <sup>3</sup>	0,072	1,2	0,086
3	Утеплитель ТЕХНОРУФ Н30 $\delta = 0,18$ м; $\rho = 1,3$ кН/м <sup>3</sup>	0,234	1,2	0,281
4	Стальной профлист С44-1000-0,8	0,074	1,05	0,078
Несущие конструкции				
5	Прогоны пролетом 6 м	0,08	1,05	0,084
6	Ферма и связи	0,1+0,4	1,05	0,525
	ИТОГО:	0,96		1,054

Расчетная постоянная нагрузка на 1 пог. м фермы

$$q_1 = q_o \cdot B = \sum q_{oi} \cdot \gamma_{fi} \cdot B = q_r \cdot B \quad (2.1)$$

$$q_1 = 1,054 \cdot 6 = 6,234 \text{ кН/м.}$$

где  $1,054 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$  – нагрузка на ферму от веса конструкций покрытия и кровли (таблица 2.1);

$B$  – шаг стропильных ферм.

Нагрузку от веса кровли прикладываю на ферму в узлы. Расчетная узловая нагрузка на  $i$  – ый узел стропильной фермы подсчитывается по формуле

$$F_i = \frac{q(d_{i-1} + d_i)}{2} \quad (2.2)$$

где  $q$  – расчетная нагрузка на 1 пог.м;

$d_{i-1}$  и  $d_i$  – размеры панелей, примыкающие к  $i$  – ому узлу.

В данном случае от постоянной нагрузки

$$F_{q1} = q \cdot d = 6,324 \cdot 3 = 18,972 \text{ кН};$$

$$F_{q2} = q \cdot d = 6,324 \cdot 1,5 = 9,486 \text{ кН};$$

$$F_{q3} = q \cdot d = 6,324 \cdot 3,5 = 22,134 \text{ кН}$$

Нагрузку от веса колонны прикладываем автоматически в программном комплексе SCAD Office.

Нагрузка от веса промежуточной площадки. Главные балки промежуточной площадки выполняем из двутавра 30Ш1, балки консольной части балкона и между колоннами – из двутавра 30Ш1. Подкос выполняем из квадратной трубы 100х5.

Собственный вес стальных балок промежуточных площадок задаем автоматически в программном комплексе SCAD.

Таблица 2.2 - Нагрузка от веса конструкции пола промежуточной площадки на отм. +4,200

№	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Полы				
1	Противоскользящее коммерческое ПВХ покрытие для влажных помещений	-	-	-
2	Полимерный клей $\delta = 0,001$ м	-	-	-
3	Грунтовка	-	-	-
4	Стяжка из ЦПР марки М150, армированная сеткой 4Вр1 100х100 $\delta = 0,09$ м; $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$	1,62	1,3	2,106
5	Утеплитель Пенотерм $\delta = 0,02$ м; $\rho = 0,4 \text{ кН/м}^3$	0,008	1,2	0,009

## Окончание Таблицы 2.2

№	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
6	Выравнивающая стяжка из ЦПР $\delta = 0,02 \text{ м}; \rho = 18 \text{ кН/м}^3$	0,36	1,3	0,468
Несущие конструкции				
7	Ж/б плита перекрытия $\delta = 0,15 \text{ м}; \rho = 25 \text{ кН/м}^3$ 3,75	3,75	1,1	4,125
	ИТОГО:	5,738		6,708

Таблица 2.3 - Нагрузка от веса конструкции пола промежуточной площадки на отм. +7,800

№	Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
1	<u>Полы:</u> Каучуковое напольное покрытие $\delta = 0,009 \text{ м}; \rho = 10,5 \text{ кН/м}^3$	0,095	1,2	0,113
2	Полимерный клей $\delta = 0,001 \text{ м}$	-	-	-
3	Грунтовка	-	-	-
4	Стяжка из ЦПР марки М150 , армированная сеткой 4Вр1 100х100 $\delta = 0,09 \text{ м}; \rho = 18 \text{ кН/м}^3$	0,074	1,05	0,078
5	<u>Несущие конструкции:</u> Ж/б плита перекрытия $\delta = 0,15 \text{ м}; \rho = 25 \text{ кН/м}^3$	3,75	1,1	4,125
	ИТОГО:	3,919		4,316

Нагрузку от веса конструкции пола промежуточных площадок прикладываем на стальные балки в виде распределенной:

$$q_2 = 6,708 \cdot B = 6,708 \cdot 6 = 40,248 \text{ кН/м} \quad (2.3)$$

$$q_3 = 4,316 \cdot B = 4,316 \cdot 6 = 25,896 \text{ кН/м} \quad (2.4)$$

где  $B$  – шаг балок перекрытия.

Сосредоточенная нагрузка в консоли и в верхней части колонны

$$P_1 = m_{б1} \cdot l_{б1} \cdot \gamma_f \quad (2.5)$$

где  $m_{б1} l_{б1}$  – масса балки между колоннами и в консоли промежуточных площадок;

$l_{б1}$  – длина балки между колоннами и в консоли промежуточных площадок;

$\gamma_f$  - коэффициент надежности по нагрузке.

$$P_1 = 0,536 \cdot 6 \cdot 1,05 = 3,38 \text{ кН}$$

### 2.2.2.2 Временные нагрузки

#### Полезная нагрузка на перекрытие

Согласно СП 20.13330.2016 полное нормативное значение полезной нагрузки на перекрытие балконов составляет  $2 \text{ кН/м}^2$ . Коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$  для равномерно распределенных нагрузок следует принимать 1,2 при полном нормативном значении  $2,0 \text{ кПа}$  ( $200 \text{ кгс/м}^2$ ) и более.

Нагрузку от веса конструкции пола промежуточных площадок прикладываем на стальные балки в виде распределенной:

$$q_4 = 2 \cdot \gamma_f \cdot B = 2 \cdot 1,2 \cdot 6 = 14,4 \text{ кН/м} \quad (2.6)$$

где  $B$  – шаг балок перекрытия;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке для полезной нагрузки.

#### Снеговая нагрузка

Расчет выполняем по [СП 20.13330.2016, п.10].

Расчетное значение снеговой нагрузки на ферму поперечной рамы без подстропильной фермы подсчитывается по формуле:

$$P = S_o \cdot \gamma_f \cdot B = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 6 = 12,6 \text{ кН/м}, \quad (2.7)$$

где  $S_o$  – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия,  $\text{кН/м}^2$ ;

$\gamma_f = 1,4$  – коэффициент надежности для снеговой нагрузки;

$B = 6 \text{ м}$  – шаг стропильных ферм.

$$P = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 6 = 12,6 \text{ кН/м}$$

Нормативное значение снеговой нагрузки  $S_o$  определяется по формуле:

$$S_o = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ кН/м}^2 \quad (2.8)$$

где  $S_g$  – вес снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, принимается по [СП 20.13330.2016, табл.10.1],  $S_g = 1,5 \text{ кН/м}^2$  для III района;  $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия зданий под действием ветра, принимаемый равным 1;

$c_t$  – термический коэффициент, равный 1;

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие.

$$S_o = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ кН/м}^2$$

Снеговую нагрузку прикладываем на ферму в узлы. В данном случае от снеговой нагрузки

$$F_{p1} = P \cdot d = 12,6 \cdot 3 = 37,8 \text{ кН};$$

$$F_{p2} = P \cdot d = 12,6 \cdot 1,5 = 18,9 \text{ кН};$$



$$F_{p3} = P \cdot d = 12,6 \cdot 3,5 = 44,1 \text{ кН}$$

#### Ветровая нагрузка

Согласно [СП 20.13330.2016, п.11] ветровую нагрузку следует определять как сумму средней (статической, соответствующей установившемуся скоростному напору ветра) и пульсационной (динамической) составляющих. Согласно [СП 20.13330.2016, 11.1.8 г] при расчете одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5, размещаемых в местностях типа А и В, пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается определять по формуле:

$$W_p = W_m \cdot \xi(z_e) \cdot \nu \quad (2.9)$$

где  $W_m$  – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки;  
 $\xi(z_e)$  – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по [СП 20.13330.2016, таблица 11.4];

$\nu$  – коэффициент пространственной корреляции пульсации давления ветра.

Расчетное значение ветровых нагрузок на 1 м<sup>2</sup> поверхности подсчитывается по формуле:

$$w = w_n \cdot \gamma_f \quad (2.10)$$

где  $w_n = w_m + w_p$  – нормативное значение ветровой нагрузки;  
 $\gamma_f = 1,4$  – коэффициент надежности по нагрузке для ветровой нагрузки [СП 20.13330.2016, п.11.1.12].

В практических расчетах ветровую нагрузку от уровня земли до отметки расчетной оси ригеля заменяют эквивалентной равномерно распределенной интенсивностью

$$q_{eq} = w \cdot B \quad (2.11)$$

где  $w$  – расчетное значение ветрового давления;  $B$  – ширина грузовой площади равная шагу рам для схем с одинаковым шагом колонн по всем рядам и отсутствием продольных фахверков.

В дипломном проекте районом строительства является г. Дивногорск, который расположен в III районе по скоростному напору ветра [СП 20.13330.2016, прил. Ж, карта 3], для которого  $w_0 = 0,38 \text{ кН/м}^2$ .

Принимаем тип местности В (городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м).

#### Для колонны по оси В:

Определяем эквивалентную высоту здания до верха колонны при  $h = 12,23 \text{ м} < d = 15,5 \text{ м}$ ,  $z_e = h = 15,5 \text{ м}$ .

Коэффициенты, учитывающие изменение ветрового давления для эквивалентной высоты (до верха колонны)  $z_e = 12,23 \text{ м}$   $k(z_e) = 0,695$  определено интерполяцией по [СП 20.13330.2016, табл.11.2]

$$k(z_e) = 0,65 + \frac{(0,85-0,65)(12,23-10)}{20-10} = 0,695;$$

Аэродинамический коэффициент с наветренной стороны  $c_+ = 0,8$ ; с заветренной стороны  $c_- = 0,5$  [СП 20.13330.2016, п. 11.1.7].

Коэффициенты пульсации давления ветра принимаем по [СП 20.13330.2016, табл. 11.4] при  $z_e = 12,23$  м  $\zeta(z_e) = 1,029$  определено интерполяцией

$$\zeta(z_e) = 1,06 + \frac{(0,92-1,06)(12,23-10)}{20-10} = 1,029.$$

Коэффициенты пространственной корреляции пульсаций давления ветра по [СП 20.13330.2016, табл. 11.8] для площади  $A_1 = 12,23 \cdot 6 = 73,38 \text{ м}^2 > 20 \text{ м}^2$ ,  $\nu_+ = 0,75$ ,  $\nu_- = 0,65$ .

Равномерно распределенные ветровые нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  поверхности:

— нормативные значения средней составляющей ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w_m^+ = 0,38 \cdot 0,695 \cdot 0,8 = 0,211 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w_m^- = 0,38 \cdot 0,695 \cdot 0,5 = 0,132 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

— нормативные значения пульсационной составляющей ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w_p^+ = 0,211 \cdot 1,029 \cdot 0,75 = 0,163 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w_p^- = 0,132 \cdot 1,029 \cdot 0,65 = 0,088 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Тогда полное нормативное значение ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w_n^+ = 0,211 + 0,163 = 0,374 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w_n^- = 0,132 + 0,088 = 0,22 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Расчетное значение ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w^+ = 0,374 \cdot 1,4 = 0,523 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w^- = 0,22 \cdot 1,4 = 0,308 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Равномерно распределенные ветровые нагрузки на колонну до верха колонны:

$$q_{eq}^+ = w^+ \cdot B = 0,523 \cdot 6 = 3,14 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q_{eq}^- = w^- \cdot B = 0,308 \cdot 6 = 1,851 \text{ кН/м}$$

где  $B$  — расстояние между колоннами.

Нагрузки от ветра на ферму подсчитываю в табличной форме.

Для колонны по оси И:

Определяем эквивалентную высоту здания до верха колонны при  $h = 15,04 \text{ м} < d = 15,5 \text{ м}$ ,  $z_e = h = 15,04 \text{ м}$ .

Коэффициенты, учитывающие изменение ветрового давления для эквивалентной высоты (до верха колонны)  $z_e = 15,04 \text{ м}$   $k(z_e) = 0,751$  определено интерполяцией по [СП 20.13330.2016, табл.11.2]

$$k(z_e) = 0,65 + \frac{(0,85-0,65)(15,04-10)}{20-1} = 0,751;$$

Аэродинамический коэффициент с наветренной стороны  $c_+ = 0,8$ ; с заветренной стороны  $c_- = 0,5$  [СП 20.13330.2016, п. 11.1.7].

Коэффициенты пульсации давления ветра принимаем по [СП 20.13330.2016, табл. 11.4] при  $z_e = 15,04 \text{ м}$   $\zeta(z_e) = 0,989$  определено интерполяцией

$$\zeta(z_e) = 1,06 + \frac{(0,92-1,06)(15,04-10)}{20-1} = 0,989.$$

Коэффициенты пространственной корреляции пульсаций давления ветра по [СП 20.13330.2016, табл. 11.8] для площади  $A_1 = 15,04 \cdot 6 = 90,24 \text{ м}^2 > 20 \text{ м}^2$ ,  $v_+ = 0,75$ ,  $v_- = 0,65$ .

Равномерно распределенные ветровые нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  поверхности:

— нормативные значения средней составляющей ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w_m^+ = 0,38 \cdot 0,751 \cdot 0,8 = 0,228 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w_m^- = 0,38 \cdot 0,751 \cdot 0,5 = 0,143 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

— нормативные значения пульсационной составляющей ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w_p^+ = 0,228 \cdot 0,989 \cdot 0,75 = 0,169 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w_p^- = 0,143 \cdot 0,989 \cdot 0,65 = 0,092 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Тогда полное нормативное значение ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w_n^+ = 0,228 + 0,169 = 0,397 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w_n^- = 0,143 + 0,092 = 0,235 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Расчетное значение ветровой нагрузки до верха колонны:

$$w^+ = 0,397 \cdot 1,4 = 0,556 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$w^- = 0,235 \cdot 1,4 = 0,329 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

Равномерно распределенные ветровые нагрузки на колонну до верха колонны:

$$q_{eq}^+ = w^+ \cdot B = 0,556 \cdot 6 = 3,338 \frac{\text{кН}}{\text{м}};$$

$$q_{eq}^- = w^- \cdot B = 0,329 \cdot 6 = 1,972 \text{ кН/м}$$

где  $B$  – расстояние между колоннами.

Нагрузки от ветра на ферму посчитаем в табличной форме.

Таблица 2.4 – Расчетные значения ветровой нагрузки на ферму с наветренной стороны

$w_0$	Коэффициент $k(z_e)$	Коэффициент пульсации $\zeta(z_e)$	Аэродинамический коэффициент $c_+$	Коэффициент пульсации $v_+$	Грузовая площадь, $S, \text{м}^2$	$w_m^+ = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c_+$	$w_p^+ = w_m^+ \cdot \zeta(z_e) \cdot v_+$	$w^+ = (w_m^+ + w_p^+) \cdot 1,4$	$F_{wi} = w^+ \cdot S$
0,38	0,695	1,029	-1,2	0,75		0,317	0,245	0,786	-7,075
	0,725	1,008	-1,2		1	0,331	0,250	0,813	-17,068
	0,741	0,997	-1,2		8	0,338	0,253	0,827	-14,882
	0,765	0,979	-0,9		8	0,262	0,192	0,635	-11,434

Таблица 2.5 – Расчетные значения ветровой нагрузки на ферму с подветренной стороны

$w_o$	Коэффициент $k(z_e)$	Коэффициент пульсации $\zeta(z_e)$	Аэродинамический коэффициент $c_+$	Коэффициент пульсации $v_+$	Грузовая площадь, $S, m^2$	$w_m^+ = w_o \cdot k(z_e) \cdot c_+$	$w_p^+ = w_m^+ \cdot \zeta(z_e) \cdot v_+$	$w^+ = (w_m^+ + w_p^+) \cdot 1,4$	$F_{wi} = w^+ \cdot S$
0,38	0,751	0,989	-0,4	0,65		0,114	0,073	0,263	-2,363
	0,761	0,982	-0,4		8	0,116	0,074	0,265	-4,776

Нагрузки на поперечник здания схему здания в осях 1-8:

L1 – собственный вес стальных конструкций (постоянная);

L2 – постоянная;

L3 – полезная нагрузка на промежуточную площадку (кратковременная);

L4 – снеговая (кратковременная);

L5 – ветровая нагрузка «+» (кратковременная);

L6 – ветровая нагрузка «-» (кратковременная).

### 2.2.3 Определение расчетных сочетаний усилий

Расчеты элементов каркаса здания должны выполняться с учетом наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок и им соответствующих усилий. Эти сочетания устанавливают на основе анализа возможных вариантов одновременного действия различных нагрузок. Для этого статический расчет здания производят отдельно на каждую нагрузку (снеговую, ветровую и др.) или на группу нагрузок, которые не могут действовать изолированно одна от другой (собственный вес конструкций покрытия, стен и др.). Пользуясь данными такого расчета, находят для каждого расчетного сечения элементов схемы свою комбинацию нагрузок, которая создаёт наиболее неблагоприятные условия работы этого сечения.

Нормами предусмотрены два вида основных сочетаний и одно особое сочетание нагрузок.

*Основное сочетание с одной кратковременной нагрузкой* допускает одновременно учитывать все постоянные, все временные длительные и одну кратковременную нагрузку, причем все эти нагрузки можно принимать без снижения, т.е. с коэффициентом сочетаний  $\psi = 1$ .

*Основное сочетание с двумя и более кратковременными нагрузками* позволяет одновременно учитывать любые нагрузки, кроме особых. При этом

временные длительные принимают с коэффициентом сочетаний  $\psi = 0,95$ , а кратковременные – с  $\psi = 0,9$ .

В особых сочетаниях можно учитывать постоянные, временные длительные с  $\psi = 0,95$ , кратковременные с  $\psi = 0,8$  и одну особую с  $\psi = 1$ .

Для поперечной рамы принимаем следующие комбинации нагрузок:

$$1 (L1) \cdot 1 + (L2) \cdot 1 + (L3) \cdot 0,9 + (L4) \cdot 0,9 + (L5) \cdot 0,9;$$

$$2 (L1) \cdot 1 + (L2) \cdot 1 + (L3) \cdot 0,9 + (L4) \cdot 0,9 + (L6) \cdot 0,9$$

### 2.3 Расчет и конструирование колонны по оси И

#### 2.3.1 Подбор сечения стержня колонны

Расчетные усилия следует принимать по результатам статического расчета поперечной рамы. Наиболее невыгодная комбинация 1 (приложение Д) с нагрузками (1,2,3,4,5).

Для колонны в сечении I-I – нижняя часть колонны (для комбинации 1):

$$N = -328,15 \text{ кН}, M = 164,78 \text{ кН} \cdot \text{м}, Q = -41,27 \text{ кН}$$

Для колонны в сечении II-II – примыкание технологической площадки на отметке +4,200 (для комбинации 1):

$$N = -273,23 \text{ кН}, M = -58,68 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = -218,68 \text{ кН}, M = -105,82 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для колонны в сечении III-III – примыкание технологической площадки на отметке +7,800 (для комбинации 1):

$$N = -171,3 \text{ кН}, M = -30,01 \text{ кН} \cdot \text{м}; N = -133,58 \text{ кН}, M = -72,47 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для колонны в сечении IV-IV – верх колонны на отметке +15,040 (для комбинации 1):

$$N = -16,92 \text{ кН}, M = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Материал колонны – сталь С245 с  $R_y = 240 \text{ МПа}$  при  $t = 10 \dots 20 \text{ мм}$  и  $R_y = 230 \text{ МПа}$  при  $R_y = 230 \text{ МПа}$  при  $t > 20 \text{ мм}$  [2, прил. В, табл. В5].

Сварка элементов – полуавтоматическая в среде углекислого газа; сварочная проволока – Св – 08Г2С [2, прил. Г, табл. Г1], положение швов – нижнее.

Определение расчетной длины колонны в плоскости рамы  $l_{ef,x}$ .

В соответствии с [СП 16.13330.2017, п. 10.3] расчетная длина  $l_{ef}$  колонн постоянного сечения определяется по формуле  $l_{ef,x1} = \mu \cdot l_1$ .

Коэффициенты расчетной длины  $\mu$  колонн постоянного сечения следует определять в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки по [СП 16.13330.2017, табл. 30]. При жестком сопряжении с фундаментом и шарнирном сопряжении с ригелем, коэффициент  $\mu = 0,7$ .

Расчетная длина в плоскости рамы:

$$l_{ef,x} = 0,7 \cdot 15,09 = 10,563 \text{ м};$$

Расчетная длина колонны из плоскости рамы.

Согласно [СП 16.13330.2017, п. 10.3.9] расчетные длины колонн в направлении вдоль здания (из плоскости рамы), как правило, следует принимать равными расстояниям между закрепленными от смещения из плоскости рам точками. Таким образом, коэффициенты расчетных длин

принимаются равными 1, т.е. предполагается шарнирное закрепление концов участков колонн. Следуя этому указанию, расчетную длину колонны принимаем равной расстоянию от низа опорной плиты базы колонны до уровня низа ригеля, т.е. принимаем ее равной длине колонны  $l_{ef,y1} = 15,09$  м.

#### Конструктивный расчет колонны.

Сечение колонны принимаем из прокатного двутавра по СТО АСЧМ 20-93.

В данном проекте, анализируя усилия в колонне, приходим к выводу, что наиболее неблагоприятной является комбинация нагрузок 1 (загружение 1,2,3,4,5), которая дает самый большой для колонны изгибающий момент и наибольшую продольную силу:  $N = -328,15$  кН,  $M = 164,78$  кН·м. Это загружение и принимается в качестве расчетного.

Требуемую площадь поперечного сечения определяю из условия устойчивости в плоскости действия момента:

$$A_{req} = \frac{N}{\varphi_e \cdot R_y \cdot \gamma_c} \quad (2.12)$$

где  $\varphi_e$  – коэффициент, принимаемый по [СП 16.13330.2017, табл.Д3, прил. Д] в зависимости от условной гибкости [2.13] и приведенного эксцентриситета [2.14]

$$A_{req} = \frac{328,15}{0,197 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 69,41 \text{ см}^2$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{ef,x}}{0,42} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (2.13)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{10,563}{0,42 \cdot 0,342} \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,5$$

$$m_{ef,x} = \eta \cdot m = \frac{1,25 \cdot M}{N \cdot 0,35h} \quad (2.14)$$

$$m_{ef,x} = \frac{1,25 \cdot 164,78 \cdot 10^2}{328,15 \cdot 0,35 \cdot 34,2} = 5,24$$

Отсюда

$$\varphi_e(m_{ef,x} = 5,24) = 0,204 + \frac{(0,19 - 0,204)(5,24 - 5)}{5,5 - 5} = 0,197$$

По сортаменту подбираем двутавр 30К2 с характеристиками:

$A = 119,78 \text{ см}^2$ ;  $J_x = 20411 \text{ см}^4$ ;  $W_x = 1360,7 \text{ см}^3$ ;  $i_x = 13,05 \text{ см}$ ;  
 $i_y = 7,51 \text{ см}$ ;  $h = 30 \text{ см}$ ;  $t_w = 1 \text{ см}$ ;  $b_f = 30 \text{ см}$ ;  $t_f = 1,5 \text{ см}$ .

Подсчитываем гибкость стержня в плоскости и из плоскости рамы:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{10,563 \cdot 10^2}{13,05} = 80,94; \quad \bar{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 80,94 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,75;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{15,09 \cdot 10^2}{7,51} = 200,93; \bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 200,93 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 6,83.$$

Проверяю устойчивость стержня колонны в плоскости действия момента [СП 16.13330.2017, п. 5.27]:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e \cdot A} < R_y \cdot \gamma_c \quad (2.15)$$

Для определения коэффициента  $\varphi_e$  по [СП 16.13330.2017, табл.Д3, прил. Д] вычислены следующие параметры: гибкость и условная гибкость стержня колонны  $\lambda_x = 80,94$ ;  $\bar{\lambda}_x = 2,75$ ; приведенный эксцентриситет

$$m_{ef,x} = \eta \cdot m = 1,37 \cdot 4,42 = 6.$$

Отсюда

$$\varphi_e(m_{ef,x} = 6) = 0,178 + \frac{(0,166-0,178)(2,75-2,5)}{3-2,5} = 0,172$$

Коэффициент влияния формы сечения  $\eta$  зависит от типа сечения, отношения  $A_f/A_w$ , условной гибкости  $\bar{\lambda}_x$ , величины относительного эксцентриситета  $m = \frac{e_x \cdot A}{W_x}$  и принимается по [СП 16.13330.2017, табл.Д 2, прил. Д].

При

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{b_f \cdot t_f}{(h - 2 \cdot t_f) t_w} = \frac{300 \cdot 15}{(300 - 2 \cdot 15) 10} = 1,67;$$

$$\bar{\lambda}_x = 2,75 < 5$$

$$m = \frac{e_x \cdot A}{W_x} = \frac{M \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{164,78 \cdot 10^2 \cdot 119,78}{328,15 \cdot 1360,7} = 4,42 < 5$$

Отсюда коэффициент:

$$\eta\left(\frac{A_f}{A_w} = 1,75\right) = (1,9 - 0,1m) - 0,02(6 - m) \bar{\lambda}_x \quad (2.16)$$

Следовательно по формуле (2.15):

$$\sigma = \frac{328,15 \cdot 10}{0,172 \cdot 119,78} = 159,28 \text{ МПа} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Проверяем устойчивость стержня колонны из плоскости действия момента [СП 16.13330.2017, п.5.30]:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A} = \frac{328,15 \cdot 10}{0,688 \cdot 0,163 \cdot 119,78} = 234,29 \text{ МПа} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \text{ МПа} \quad (2.17)$$

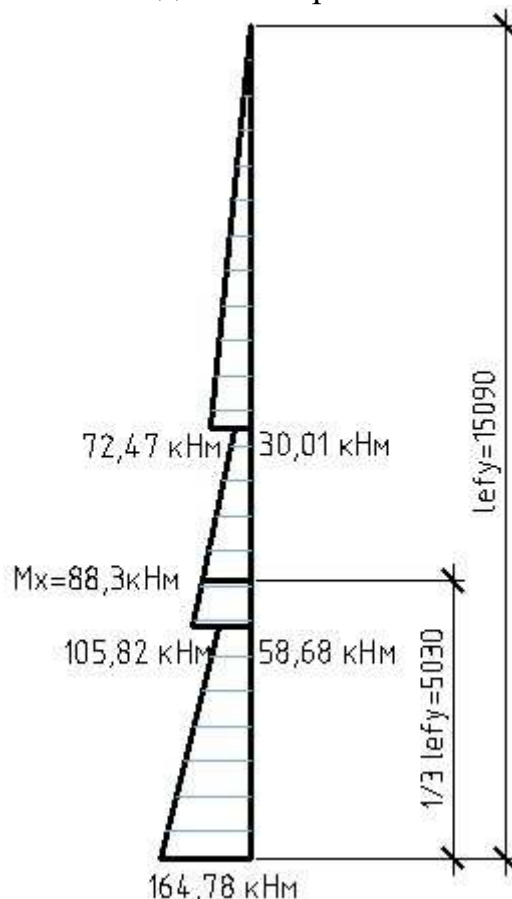
где  $\varphi_y = 0,163$  – коэффициент продольного изгиба, определенный по [СП 16.13330.2017, прил. Д, табл. Д1] в зависимости от  $\bar{\lambda}_y = 6,83$ :

$$\varphi_y(6,83) = 0,164 + \frac{(0,155-0,164)(6,83-6,8)}{7-6,8} = 0,163;$$



$c$  — коэффициент влияния момента на устойчивость внецентренно-сжатого стержня.

Коэффициент  $c$  подсчитывают по указаниям [СП 16.13330.2017, п. 5.31] в зависимости от значения относительного эксцентриситета  $m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x}$ , при этом за расчетный момент  $M_x$  для стержня с шарнирно-опертыми концами, закрепленными от смещения перпендикулярно плоскости действия момента, следует принимать максимальный момент в пределах средней трети длины, но не менее половины наибольшего по длине стержня момента (рисунок 2.4).



**Рисунок 2.4 - Эпюра изгибающих моментов при загрузениях 1,2,3,4,5**

В пределах средней трети длины максимальный момент  $M_x = 88,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$ . Так как он больше половины наибольшего по длине стержня момента  $M_x = 0,5 \cdot 164,78 = 82,39 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , к дальнейшему расчету принимаем  $M_x = 88,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Отсюда,

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{88,3 \cdot 10^2 \cdot 119,78}{328,15 \cdot 1360,7} = 2,37 < 5$$

Следовательно,

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x} = \frac{1,94}{1 + 0,768 \cdot 2,37} = 0,688$$

Коэффициенты  $\alpha$  и  $\beta$  определены по [СП 16.13330.2017, табл.21] при условии, что  $\bar{\lambda}_y < 3,14$  ( $6,76 > 3,14$ ) и  $m_x = 2,37$ :

$$\alpha = 0,65 + 0,05 \cdot m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 2,37 = 0,768 \quad (2.17)$$

$$\alpha = 0,65 + 0,05 \cdot 2,37 = 0,768$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}} \quad (2.18)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{0,614}{0,1633}} = 1,94$$

$$\varphi_c(3,14) = 0,643 + \frac{(0,602-0,643)(3,14-3)}{3,2-3} = 0,614;$$

#### Местная устойчивость полок и стенки

Для прокатного профиля местная устойчивость полок и стенки обеспечена при различных напряженных состояниях.

Проверяем необходимость укрепления стенки колонны поперечными ребрами жесткости [СП 16.13330.2017, п. 7.21\*]; они необходимы, если

$$\frac{h_{ef}}{t_w} \geq 2,3 \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (2.19)$$

где  $h_{ef}$  – расчетная высота стенки; для прокатного двутавра  $h_{ef} = h - 2(2t_f)$ .

Для стержня колонны:

$$h_{ef} = 300 - 2(2 \cdot 15) = 240;$$

$$\frac{240}{10} \geq 2,3 \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{240}};$$

$$24 < 67,38.$$

Условие постановки поперечных ребер жесткости не выполняется, но так как колонна может рассматриваться как отправочный элемент (габариты колонны позволяют транспортировать ее полностью к месту монтажа), то согласно [СП 16.13330.2017, п.7.21\*] необходимо укрепить ее стенку не менее, чем двумя поперечными ребрами жесткости.

Размеры поперечных ребер жесткости:

$$b_r = \frac{h_{ef}}{30} + 40 \quad (2.20)$$

$$b_r = \frac{240}{30} + 40 = 48 \text{ мм} \approx 50 \text{ мм};$$

$$t_r = 2 \cdot b_r \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (2.21)$$

$$t_r = 2 \cdot 50 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,4 \text{ мм}$$

Принимаю  $b_r = 50 \text{ мм}$ ,  $t_r = 6 \text{ мм}$ .

Расстояние между ребрами 5030 мм, привариваю к колонне сплошным двусторонним швом с катетом  $k_f = 5 \text{ мм}$ .

### 2.3 Расчет и конструирование фермы ФС

Материал элементов фермы – сталь С255 по ГОСТ 27772-88\*: группа конструкций 2, расчетная температура района строительства  $t = -42^\circ\text{С}$ ; показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [СП 16.13330.2017, приложение В, таблица В.2 и В.3];

Расчетные характеристики стали С255 –  $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$  при толщине проката от 2 до 20 мм включительно [СП 16.13330.2017, прил. В, табл. В.5],  $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$ ,  $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$ .

#### Расчет верхнего пояса

Расчетная нагрузка максимальная для 2 комбинации нагрузок из расчета в программном комплексе SCAD:  $N = 320,39 \text{ кН}$ .

Геометрические размеры элемента:  $l_{ef,x} = 300 \text{ см}$ ;  $l_{ef,y} = 300 \text{ см}$ .

#### Основные характеристики сечения:

Характеристика сечения – профили гнутые замкнутые сварные квадратные 120х4 по ГОСТ 30245-2003:

- $h = b = 12 \text{ см}$ ;  $t_w = t_f = 0,4 \text{ см}$ ;
- $A = 18,15 \text{ см}^2$ ;
- $m = 14,25 \text{ кг/м}$ ;
- $J_x = J_y = 402,2 \text{ см}^4$ ;
- $W_x = W_y = 67,03 \text{ см}^3$ ;
- $i_x = i_y = 4,71 \text{ см}$ .

#### Проверочные расчеты:

1 Расчет на прочность элемента, подверженного сжатию выполняю по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \quad (2.22)$$

$$\sigma = \frac{320,39 \cdot 10^3}{18,15 \cdot 10^2} = 176,52 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

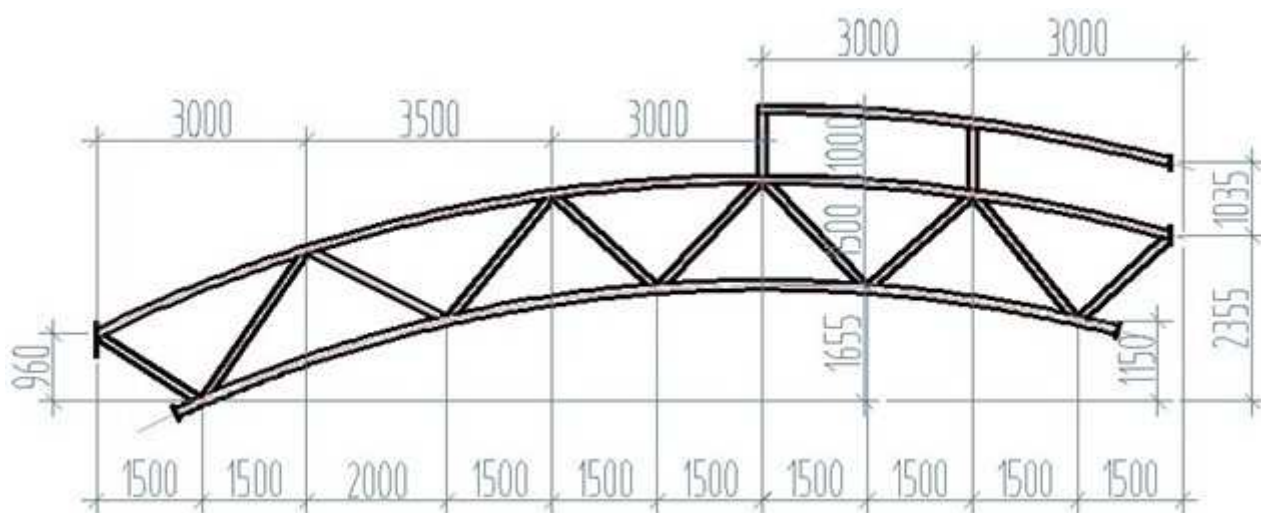


Рисунок 2.5 - Геометрическая схема фермы ФС1

2 Расчет на устойчивость элемента, подверженного сжатию выполняем по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A_n} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (2.23)$$

где  $\varphi_y$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, определяем по [СП 16.13330.2017, табл.Д1] в зависимости от  $\bar{\lambda}$  для типа сечения b;

$$\lambda_x = \lambda_y = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{300}{4,71} = 63,69; \quad \bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 63,69 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,17$$

По максимальной условной гибкости  $\bar{\lambda} = 2,17$  находим:

$$\varphi = 0,826 + \frac{(0,794 - 0,826)(2,17 - 2)}{2,2 - 2} = 0,799;$$

Проверка устойчивости по формуле (2.23):

$$\sigma = \frac{320,39 \cdot 10^3}{0,799 \cdot 18,15 \cdot 10^2} = 220,93 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

Условие выполняется.

3. Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_y \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \quad (2.24)$$

$$\alpha = \frac{320,39 \cdot 10^3}{0,799 \cdot 18,15 \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 0,95} = 0,97 < 1$$

Принимаем гибкость для проверки предельной гибкости  $\lambda = \lambda_y = 63,69$

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,97 = 121,86,$$

$$\lambda_y = 63,69 < [\lambda] = 121,86 - \text{условие выполняется.}$$

Расчет нижнего пояса

Расчетная нагрузка максимальная для 2 комбинации нагрузок из расчета в программном комплексе SCAD:  $N = 294,5$  кН.

Геометрические размеры элемента:  $l_{ef,x} = 300$  см;  $l_{ef,y} = 650$  см.

#### Основные характеристики сечения

Характеристика сечения – профили гнутые замкнутые сварные квадратные **120x60x4** по ГОСТ 30245-2003:

–  $h = 12$  см,  $b = 6$  см;  $t_w = t_f = 0,4$  см;

–  $A = 13,35$  см<sup>2</sup>;

–  $m = 10,48$  кг/м;

–  $J_x = 240,7$  см<sup>4</sup>;  $J_y = 81,14$  см<sup>4</sup>;

–  $W_x = 40,12$  см<sup>3</sup>;  $W_y = 27,05$  см<sup>3</sup>;

–  $i_x = 4,25$  см;  $i_y = 2,47$  см.

#### Проверочные расчеты:

1. Расчет на прочность элемента, подверженного растяжению выполняем по формуле (2.22):

$$\sigma = \frac{294,5 \cdot 10^3}{13,35 \cdot 10^2} = 220,59 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

2. Проверка гибкости растянутых элементов:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{300}{4,25} = 70,59; \bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 70,59 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,4,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{650}{2,47} = 263,16; \bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 263,16 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 8,95,$$

Предельная гибкость для растянутых элементов поясов и опорных раскосов плоских ферм и структурных конструкций:  $[\lambda] = 400$ .

$\lambda_x = 70,59 < [\lambda] = 400$  – условие выполняется;

$\lambda_y = 263,16 < [\lambda] = 400$  – условие выполняется.

#### Расчет растянутого опорного раскоса

Расчетная нагрузка максимальная для 2 комбинации нагрузок из расчета в программном комплексе SCAD:  $N = 119,7$  кН.

Геометрические размеры элемента:  $l_{ef,x} = 180$  см;  $l_{ef,y} = 180$  см.

#### Основные характеристики сечения:

Характеристика сечения – профили гнутые замкнутые сварные квадратные **60x40x4** по ГОСТ 30245-2003:

–  $h = 6$  см,  $b = 4$  см;  $t_w = t_f = 0,4$  см;

–  $A = 6,95$  см<sup>2</sup>;

–  $m = 5,45$  кг/м;

–  $J_x = 30,96$  см<sup>4</sup>;  $J_y = 16,23$  см<sup>4</sup>;

–  $W_x = 10,32$  см<sup>3</sup>;  $W_y = 8,12$  см<sup>3</sup>;

–  $i_x = 2,11$  см;  $i_y = 1,53$  см.

#### Проверочные расчеты:

1 Расчет на прочность элемента, подверженного центральному растяжению выполняю по формуле (2.22):

$$\sigma = \frac{119,7 \cdot 10^3}{6,95 \cdot 10^2} = 192,23 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

2 Проверка гибкости растянутых элементов:

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{180}{2,11} = 85,31; \bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 85,31 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,9,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{180}{1,53} = 117,65; \bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 117,65 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,$$

Предельная гибкость для растянутых элементов поясов и опорных раскосов плоских ферм и структурных конструкций:  $[\lambda] = 400$ .

$\lambda_x = 85,31 < [\lambda] = 400$  – условие выполняется;

$\lambda_y = 117,65 < [\lambda] = 400$  – условие выполняется.

Расчет сжатого раскоса

Расчетная нагрузка максимальная для 2 комбинации нагрузок из расчета в программном комплексе SCAD:  $N = -125,31$  кН.

Геометрические размеры элемента:  $l_{ef,x} = 263$  см;  $l_{ef,y} = 263$  см.

Основные характеристики сечения:

Характеристика сечения – профили гнутые замкнутые сварные квадратные 80x60x5 по ГОСТ 30245-2003:

–  $h = 8$  см;  $b = 6$  см;  $t_w = t_f = 0,5$  см;

–  $A = 12,36$  см<sup>2</sup>;

–  $m = 9,7$  кг/м;

–  $J_x = 103,2$  см<sup>4</sup>;  $J_y = 65,54$  см<sup>4</sup>;

–  $W_x = 25,8$  см<sup>3</sup>;  $W_y = 21,85$  см<sup>3</sup>;

–  $i_x = 2,89$  см;  $i_y = 2,3$  см.

Проверочные расчеты:

1 Расчет на прочность элемента, подверженного центральному сжатию выполняем по формуле (2.22):

$$\sigma = \frac{125,31 \cdot 10^3}{12,36 \cdot 10^2} = 101,38 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

2 Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию выполняем по формуле:

Здесь  $\varphi_y$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, определяем по [СП 16.13330.2011, табл.Д1] в зависимости от  $\bar{\lambda}$  для типа сечения b;

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{263}{2,89} = 91; \bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 91 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,09$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{263}{2,3} = 114,35; \bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 114,35 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,89$$

По максимальной условной гибкости  $\bar{\lambda} = 3,89$  находим:

$$\varphi = 0,487 + \frac{(0,453-0,487)(3,89-3,8)}{4-3,8} = 0,472;$$

Проверка устойчивости по формуле (2.23):

$$\sigma = \frac{125,31 \cdot 10^3}{0,472 \cdot 12,36 \cdot 10^2} = 214,79 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется.

3 Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_y \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{125,31 \cdot 10^3}{0,472 \cdot 12,36 \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 0,95} = 0,94 < 1$$

Принимаем гибкость для проверки предельной гибкости  $\lambda = \lambda_y = 114,35$   $[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,94 = 123,6$

$\lambda_y = 114,35 < [\lambda] = 123,6$  – условие выполняется

#### Расчет сжатого вертикального элемента

Расчетная нагрузка максимальная для 2 сочетания нагрузок из расчета в программном комплексе SCAD:  $N = 48,04$  кН.

Геометрические размеры элемента:  $l_{ef,x} = 100$  см;  $l_{ef,y} = 100$  см.

Основные характеристики сечения:

Характеристика сечения – профили гнутые замкнутые сварные квадратные 50x30x3 по ГОСТ 30245-2003:

–  $h = 5$  см;  $b = 3$  см;  $t_w = t_f = 0,3$  см;

–  $A = 4,21$  см<sup>2</sup>;

–  $m = 3,3$  кг/м;

–  $J_x = 12,82$  см<sup>4</sup>;  $J_y = 5,68$  см<sup>4</sup>;

–  $W_x = 5,13$  см<sup>3</sup>;  $W_y = 3,79$  см<sup>3</sup>;

–  $i_x = 1,75$  см;  $i_y = 1,16$  см.

Проверочные расчеты:

1. Расчет на прочность элемента, подверженного центральному сжатию выполняем по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} = \frac{48,04 \cdot 10^3}{4,21 \cdot 10^2} = 134,11 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < R_y \cdot \gamma_c = 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

2. Расчет на устойчивость элемента, подверженного центральному сжатию выполняем по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A_n} \leq R_y \cdot \gamma_c$$

Здесь  $\varphi_y$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, определяем по [СП 16.13330.2011, табл.Д1] в зависимости от  $\bar{\lambda}$  для типа сечения b;

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{100}{1,75} = 57,14; \bar{\lambda} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 57,14 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,94,$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{100}{1,16} = 86,21; \bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 86,21 \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,93,$$

По максимальной условной гибкости  $\bar{\lambda} = 2,93$  находим:

$$\varphi = 0,683 + \frac{(0,643 - 0,683)(2,93 - 2,8)}{3 - 2,8} = 0,657;$$

Проверка устойчивости:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_y \cdot A_n} = \frac{48,04 \cdot 10^3}{0,657 \cdot 4,21 \cdot 10^2} = 193,68 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq R_y \cdot \gamma_c = 240 \cdot 0,95 = 228 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Условие выполняется.

3. Проверка по условию предельной гибкости сжатых элементов:

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_y \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{48,04 \cdot 10^3}{0,936 \cdot 11,75 \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 0,95} = 0,19 < 1$$

Принимаем гибкость для проверки предельной гибкости  $\lambda = \lambda_y = 32,57$

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,5 = 150,$$

$\lambda_y = 32,57 < [\lambda] = 150$  — условие выполняется.

## 2.4 Расчет и конструирование узлов фермы ФС2

Опорный узел представлен рисунке 2.6

Расчёт сварных соединений элементов узла

Опорный раскос (**прямоугольная труба 60x40x4**) с усилием  $N = 119,7$  кН прикрепляем к верхнему поясу (квадратная труба 120x4) двухсторонними угловыми швами с катетом  $k_{f1} = 4$  мм [СП 16.13330.2017, таблица 38].

По [СП 16.13330.2017, таблица Г2] принимаем  $R_{wf} = 180$  МПа,  $R_{wz} = 0,45R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5$  МПа; по [СП Стальные конструкции, табл.39]  $\beta_f = 0,9$  и  $\beta_z = 1,05$ .

Необходимая длина швов крепления раскоса при расчете по металлу шва, т.к.

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 180}{1,05 \cdot 166,5} = 0,93 < 1$$

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{119,7}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 10,24 \text{ см};$$

Принимаем  $l_w = 120$  мм.

Проверка швов крепления верхнего пояса из квадратной трубы 120x4 к опорному фланцу, принимаем катет шва  $k_f = 4$  мм. Опорная реакция  $Q_{пр}$ :



$$Q_{пр} = \frac{(q+P)L}{2} = \frac{(6,324 + 6)24}{2} = 227,09 \text{ кН}$$

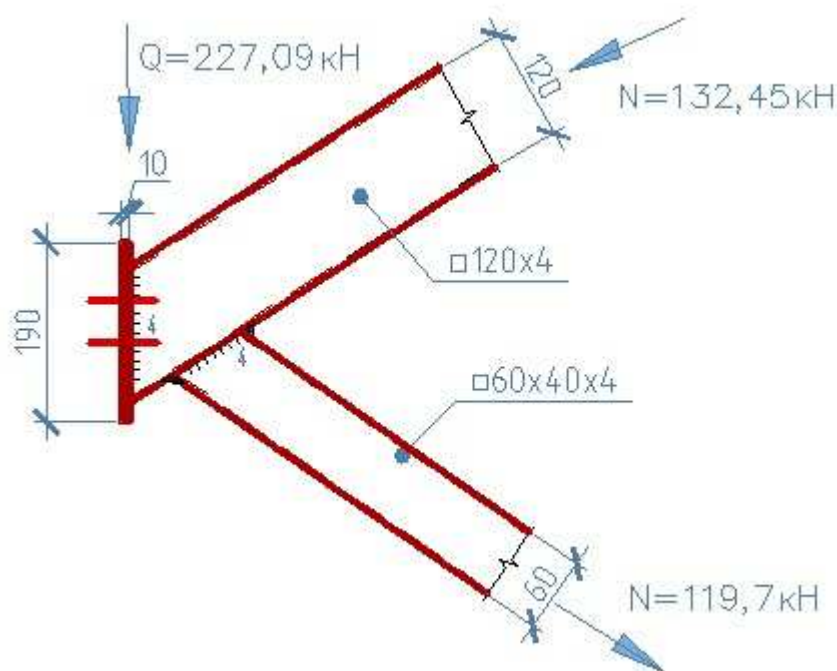
$$\frac{Q_{пр}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w} = \frac{227,09 \cdot 10}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 30,6} = 103,07 < R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c = 180 \text{ МПа},$$

Здесь  $l_w = l_{w,max1} = 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 30,6 \text{ см};$

#### Определение размеров опорного фланца

Принимаем опорный фланец из листа 190x10 мм и проверяем его прочность на смятие (при фрезеровке торца):

$$\sigma = \frac{Q}{b_f \cdot t_f} = \frac{227,09 \cdot 10}{19 \cdot 1,0} = 119,52 \text{ МПа} < R_p \cdot \gamma_c = 361 \text{ МПа}$$



**Рисунок 2.6 - Опорный узел фермы**

#### Промежуточный узел (рисунок 2.7)

##### Расчёт сварных соединений элементов узла

Раскос 34 (гн. труба 60x40x4) с усилием  $N = 29,64 \text{ кН}$  прикрепляем к нижнему поясу (гн. труба 120x4) обваривая по контуру трубы угловыми швами с катетом  $k_{f1} = 4 \text{ мм}$  [СП 16.13330.2017, табл.38].

По [СП 16.13330.2017, табл. Г2] принимаем  $R_{wf} = 180 \text{ МПа}$ ,  $R_{wz} = 0,45R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ МПа}$ ; по [СП Стальные конструкции, табл.39]  $\beta_f = 0,9$  и  $\beta_z = 1,05$ .

Необходимая длина швов крепления раскоса при расчете по металлу шва, т.к.

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 180}{1,05 \cdot 166,5} = 0,93 < 1$$

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{29,64}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,29 \text{ см};$$

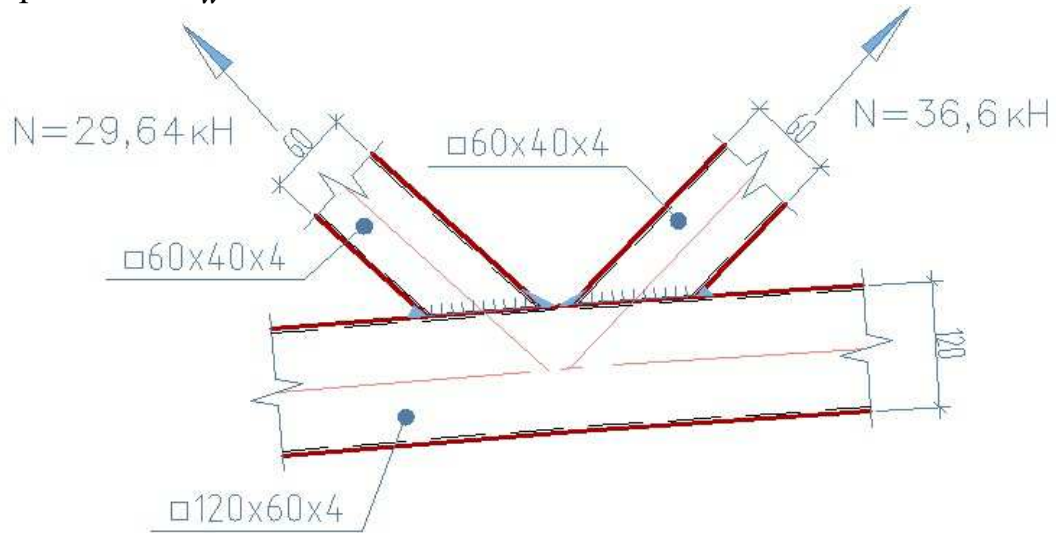
Принимаем  $l_w = 50 \text{ мм}$ .

Раскос 35 (гну́тая труба 60x40x4) с усилием  $N = 36,6$  кН прикрепляем к нижнему поясу (гн. труба 120x60x4) обваривая по контуру трубы угловыми швами с катетом  $k_{f1} = 4$  мм [СП 16.13330.2017, табл.38].

Необходимая длина швов крепления раскоса:

$$l_w = \frac{N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{36,6}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 3,82 \text{ см};$$

Принимаем  $l_w = 50$  мм.



**Рисунок 2.7 - Промежуточный узел фермы**

Промежуточный узел (рисунок 2.8)

Раскосы 35 посчитан при нижнем промежуточном узле, раскос 36 (гн. труба 80x60x5) с усилием  $N_{36} = 58,16$  кН прикрепляем к верхнему поясу (гн. труба 120x4) обваривая по контуру трубы угловыми швами с катетом  $k_{f1} = 4$  мм [СП 16.13330.2017, таблица 38].

По [СП 16.13330.2017, таблица Г2] принимаем  $R_{wf} = 180$  МПа,  $R_{wz} = 0,45R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5$  МПа; по [СП 16.13330.2017, таблица 39]  $\beta_f = 0,9$  и  $\beta_z = 1,05$ .

Необходимая длина швов крепления раскосов при расчете по металлу шва, т.к.

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 180}{1,05 \cdot 166,5} = 0,93 < 1$$

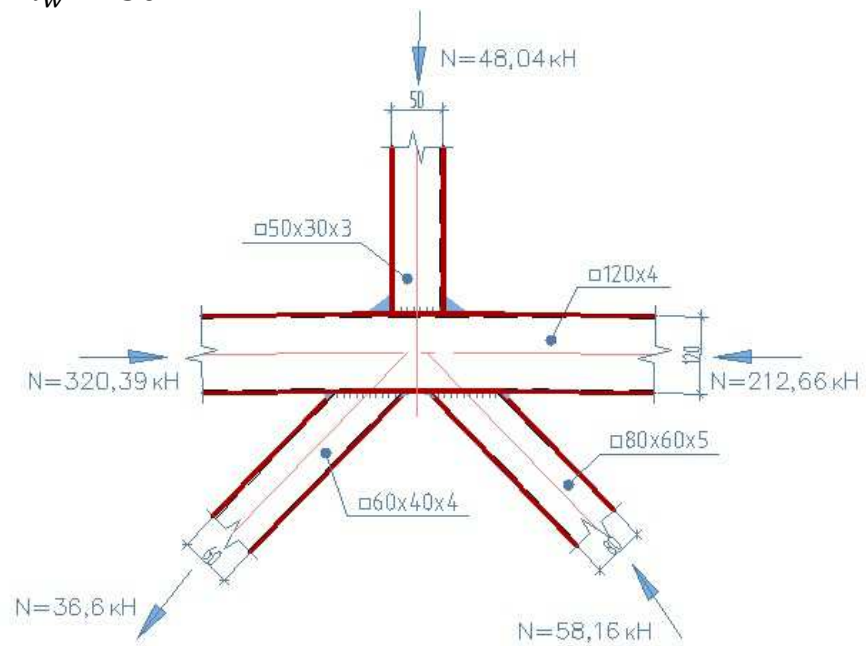
$$l_w = \frac{N_{36}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{58,16}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 5,49 \text{ см};$$

Принимаем  $l_w = 60$  мм.

Стойку 40 с усилием  $N_{40} = 48,04$  кН прикрепляем к верхнему поясу (гн. труба 120x4) обваривая по контуру трубы угловыми швами с катетом  $k_{f1} = 4$  мм [СП 16.13330.2017, таблица 38].

$$l_w = \frac{N_{40}}{2 \cdot \beta_f \cdot k_{f1} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{48,04}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 1} + 1 = 4,71 \text{ см};$$

Принимаем  $l_w = 50 \text{ мм}$ .



**Рисунок 2.8 – Узел стыковки фермы**

### 3 Фундаменты

#### 3.1 Исходные данные для проектирования

Площадка изысканий расположена в г.Дивногорск. Геологическое строение площадки сложено следующими инженерно-геологическими элементами:

- насыпной грунт;
- супесь мягкопластичная;
- супесь твердая;
- суглинок

Инженерно-геологическая колонка представлена на рисунке 3.1, физико-механические характеристики, необходимые для расчета в программе «Запрос» программного комплекса SCAD, приведены в таблице 3.1

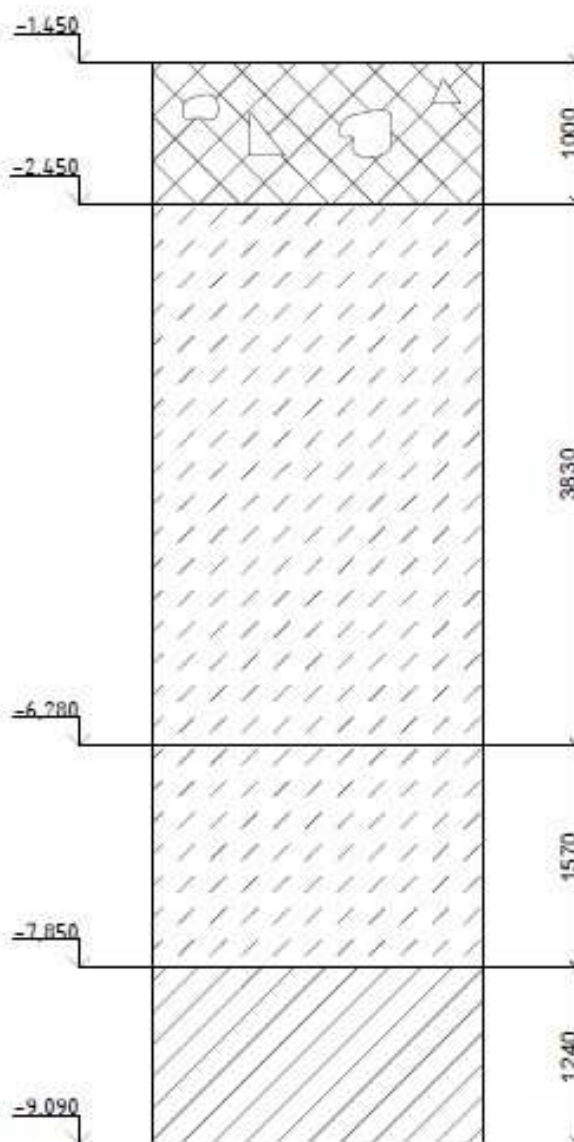


Рисунок 3.1 – Инженерно-геологическая колонка

Таблица 3.1 –Физико-механические характеристики

№ слоя	Наименование грунта	Мощность слоя, м	$\rho$ , т/м <sup>3</sup>	$e$	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$I_L$	$\varphi$ , град	$E$ , МПа
1	Насыпной грунт	1	-	-	-	-	-	-
2	Супесь мягкопластичная	3,83	1,65	0,75	16,18	0,75	22	14
3	Супесь твёрдая	1,57	1,85	0,63	18,14	-0,2	20	28,8
4	Суглинок	1,24	2,71	0,81	26,57	0,38	17	27,1

### 3.2 Сбор нагрузок

Рассчитываю фундамент под колонну по оси И.

Согласно расчету в ПК SCAD, усилия, возникающие в колонне, передаются на верхний обрез фундамента и составляют:

$N = 379$  кН ,  $M = 43,22$  кН·м ,  $Q = -35,66$  кН.

Так как первый слой грунта являются слабыми, примем в качестве основания супесь мягкопластичную. Учитывая, что отметку головы сваи принимаю на 0,3 м выше отметки подошвы ростверка, для ее дальнейшей разбивки. Отметку острия сваи принимаю так, чтобы свая заходила в несущий грунт не менее, чем на 1 м. Принимаю длину сваи 3м.

В ходе расчет определяю усилия в свае

При помощи программного комплекса SCAD моделирую сваю длиной 3,3 м, задаю нагрузки, действующие на сваю, рисунок 3.2, результаты представлены на рисунке 3.3



Рисунок 3.2 – Нагрузки, действующие на сваи



Рисунок 3.3 – Усилие N, кН



Рисунок 3.4 – Усилие M, кН·м



Рисунок 3.5 - Усилие Q, кН

### 3.3 Расчет фундамента из буронабивных свай

Принимаю буронабивную сваю сплошного круглого сечения без уширения, диаметром 300 мм, длиной 3,3 м с продольной арматурой d18A400 и с поперечной арматурой d8, d12 A240, фиксатора выполняем из арматурных

стержней d12A240. Несущую способность сваи определяю в программе «Запрос» ПК SCAD. Конструкция сваи представлена на рисунке 3.6

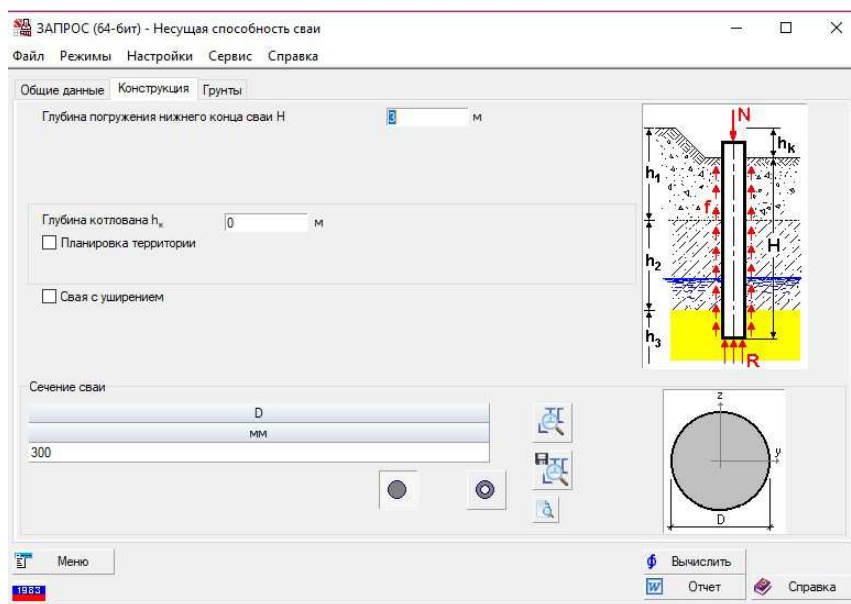


Рисунок 3.6 – Задание параметров сваи

В раздел грунты вношу данные о грунтах, приведенные в таблице 3.1, рисунок 3.7

Слой	Наименование	Толщина слоя м	Тип грунта	Разновидность в песке	Показатель текучести	Удельный вес кН/м³	Угол внутреннего трения град	Коэффициент условной работы грунта на боковой поверхности	Коэффициент пористости	Цвет
1	Насыпной	1000	пылевато		0	0	0	1		
2	Супесь мягко	3830	пылевато		0,8	16,18	20	1		
3	Супесь тверд	1570	пылевато		0	18,14	20	1		
4	Суглинок	1240	пылевато		0,38	26,27	17	1		

Рисунок 3.7 – Данные о грунтах

В ходе расчета было определено, что значение несущей способности сваи, работающей на вертикальную нагрузку  $F_d = 188,32$  кН, значение несущей способности сваи, работающей на выдергивание  $F_{du} = 90,59$  кН.

Определяю осадку сваи. Конструкция сваи представлена на рисунке 3.8, данные о грунтах представлены на рисунке 3.9.

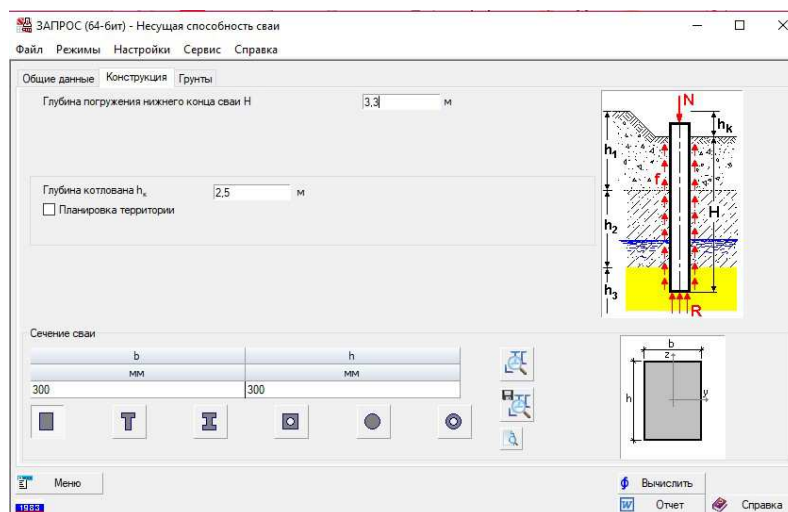


Рисунок 3.8 – Конструкция свай

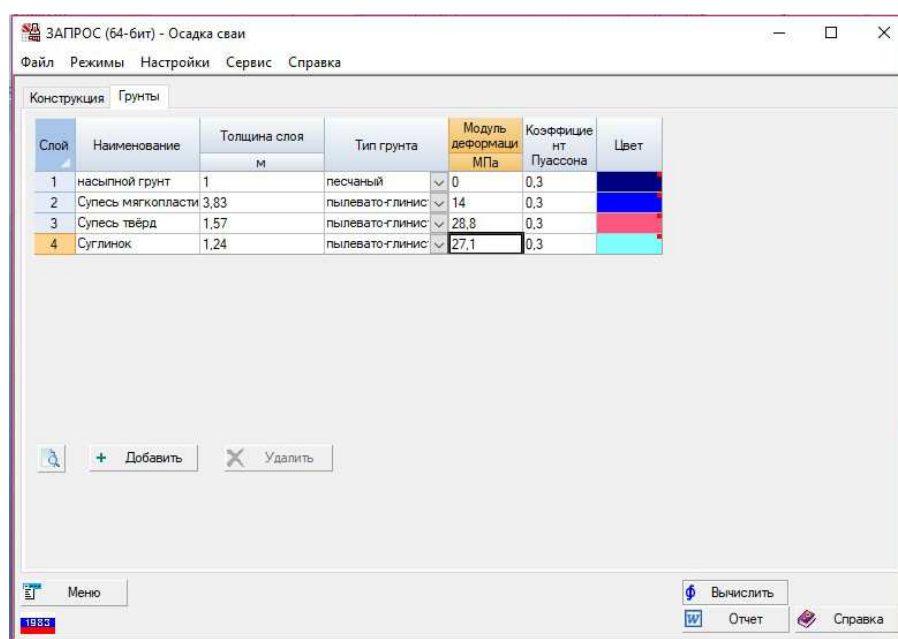


Рисунок 3.9 – Данные о грунтах

Согласно данным расчета осадка свай  $s = 5,48$  мм.  $s = 5,48$  мм  $< s_u = 20$  см,  $s_u$  - нормативная осадка, принятая согласно приложению Д, СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»

Проверку несущей способности выполняю с помощью программы «Арбат» ПК SCAD, общие параметры представлены на рисунке 3.10, усилия представлены на рисунке 3.11.



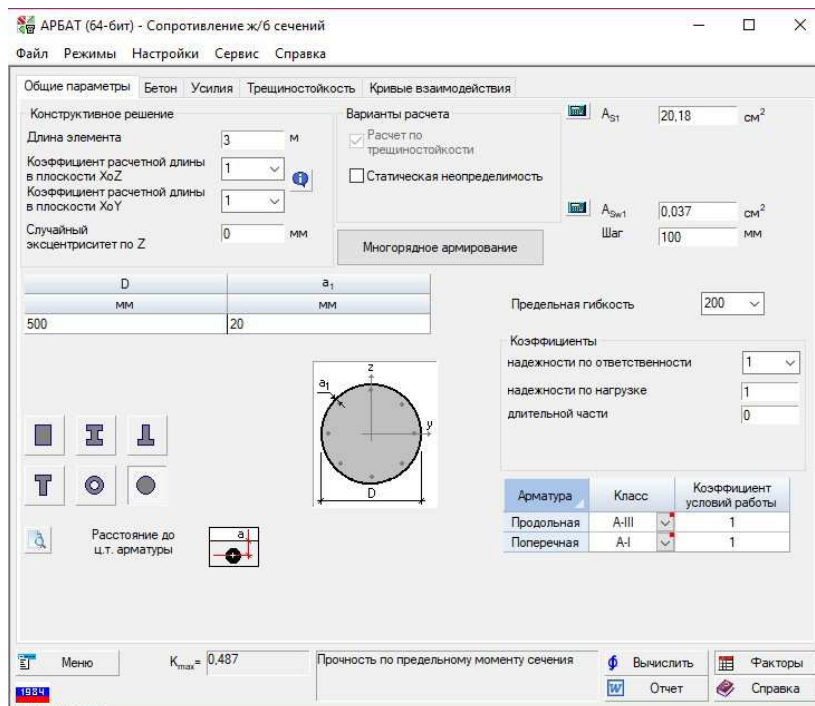


Рисунок 3.10 – Общие параметры проверки несущей способности сваи

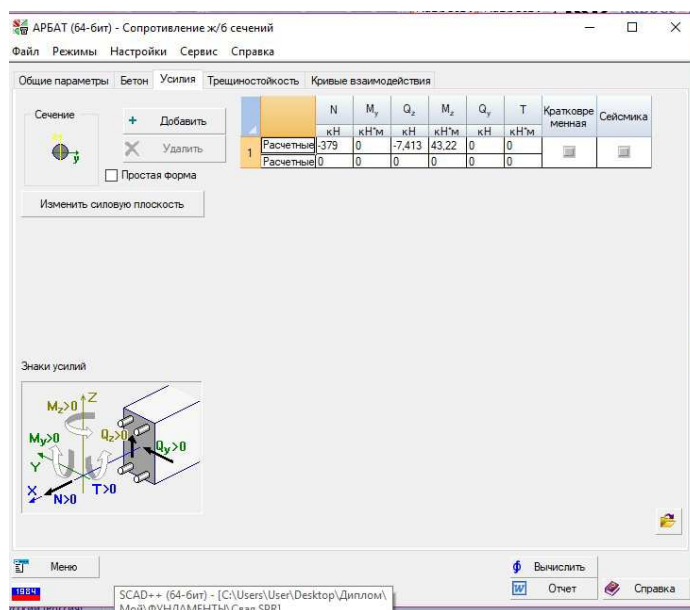


Рисунок 3.11 – Усилия для проверки несущей способности сваи

По результатам расчета принимаем продольную арматуру 8d18A400, поперечная арматура принята 6d,12 A400 с шагом 100.

Определение количества свай в ростверке

Количество свай в ростверке  $n$  определяю по формуле

$$n = \sum N_i / (F_d / \gamma_k - \bar{A} \cdot d_p \cdot \gamma_{cp} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{cb}), \quad (3.1)$$

где  $N_i$  – максимальная сумма расчетных вертикальных нагрузок, действующих на обрезе ростверка:

$$N_{01} = 379 \text{ кН};$$

$\bar{A}$  - площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю,  $0,282 \text{ м}^2$ ;  
 $\gamma_{\text{ср}}$ -средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах,  $20 \text{ кН/м}^3$ ;  
 $g_{\text{св}}$ - масса свай, т;  
 $g_{\text{св}} = 3,3 \cdot 0,282 \cdot 2500^3 = 4110,5 \text{ кг} = 4,1 \text{ т}$   
 $d_p$  – глубина заложения ростверка, м.

$$n=379/(188 - 0,282 \cdot 0,7 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 4,1) = 2,18=3 \text{ шт}$$

### 3.4 Расчет фундамента из забивных свай

Предварительную длину забивной сваи принимаю аналогично длине бурозабивной сваи.

Исходя из необходимой длины сваи 3,3 м, принимаю забивную сваю С 30.30, длиной  $l = 3 \text{ м}$ , стороной  $d = 0,3 \text{ м}$ , в соответствии с **ГОСТ 19804-2012**, бетон класса В15,  $m = 1380 \text{ кг}$ .

Определяю несущую способность сваи при помощи программы «Запрос» ПК SCAD. Конструкция сваи для расчета представлена на рисунке 3.12, результаты расчета представлены на рисунке 3.13.

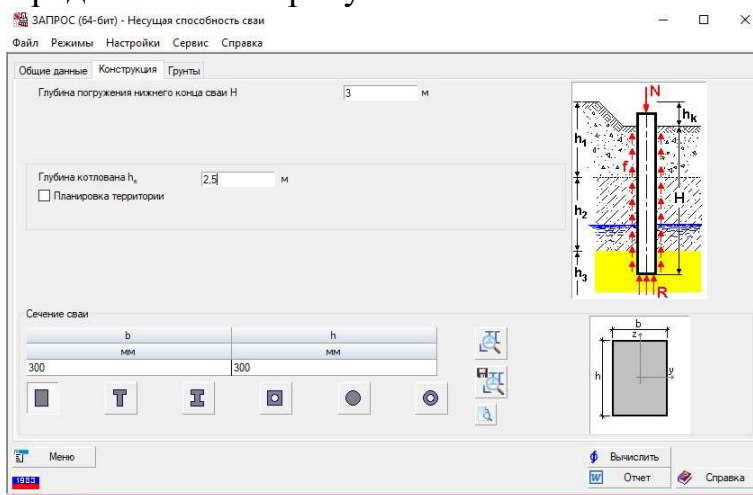


Рисунок 3.12 – Конструкция сваи для расчета несущей способности

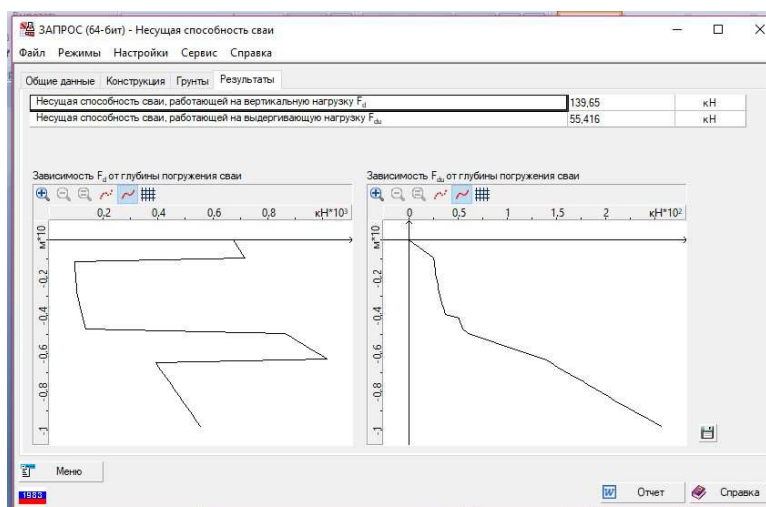


Рисунок 3.13 – Результаты расчета несущей способности

Осадку сваи определяю в программе «Запрос», конструкция для расчета осадки представлена на рисунке 3.14, результаты расчета осадки представлены на рисунке 3.15.

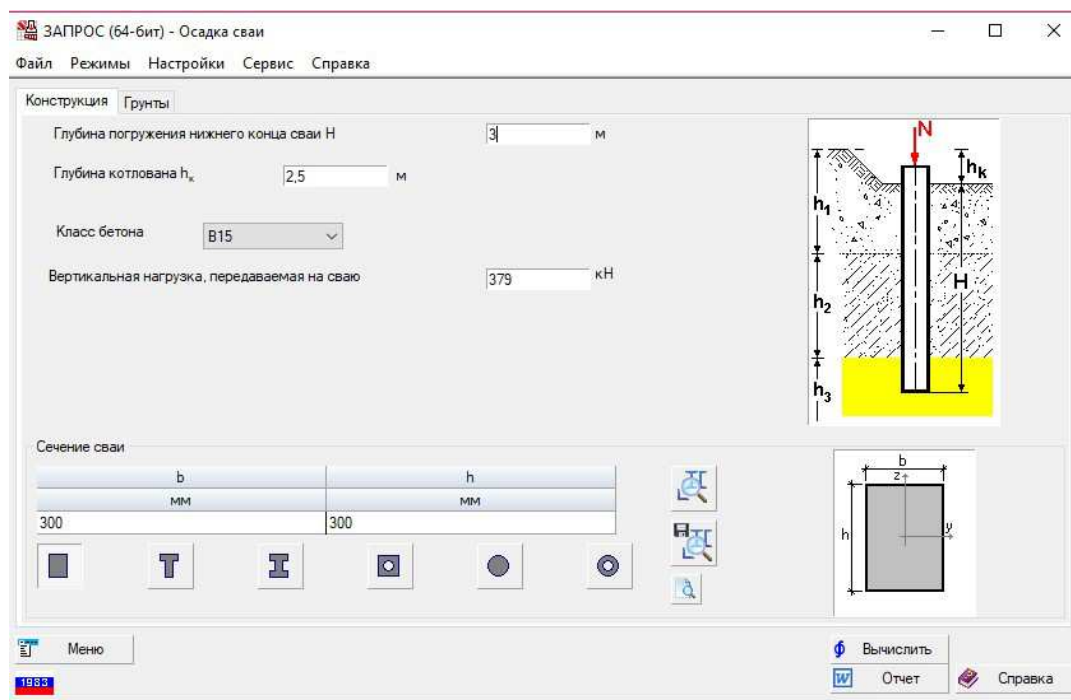


Рисунок 3.14 – Конструкция сваи для определения осадки

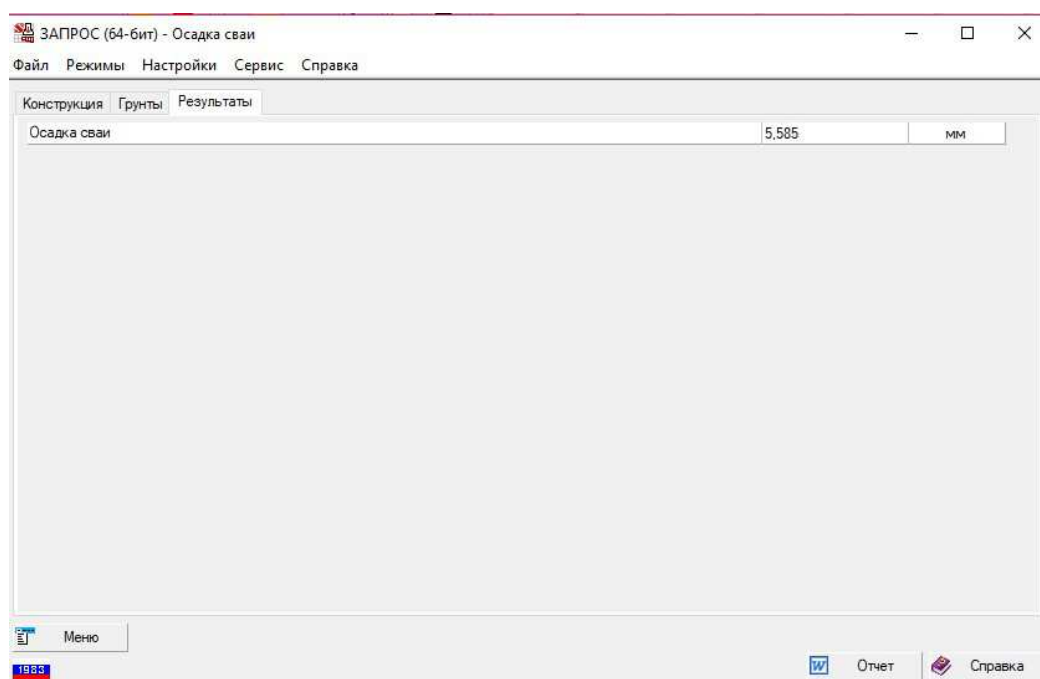


Рисунок 3.15 – Результат расчета осадки сваи

Полученная осадка сваи меньше нормативной осадки  $S < S_u$ , 5,59 мм < 120 мм.

Количество свай в ростверке  $n$  определяю по формуле (3.1)

$$n = 379 / (139,65 - 0,282 \cdot 0,7 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 4,1) = 4,18 = 5 \text{ шт}$$

### 3.4 Конструирование ростверка

Сечение подколонника принимаю 1200x1200 под колонну сечением 600x600. Глубина стакана при этом составляет 950 мм. Размеры стакана понизу принимается на 100мм больше размеров сечения колонны, поверху – больше на 150мм. Продольная ось колонны совмещается с геометрическим центром подошвы фундамента.

Размеры ростверка кратны 300мм и составляют  $b=2400$  мм,  $l=2400$ мм, а расстояние от его грани до грани сваи не менее 150мм.

Также назначается количество ступеней – одна. Вылет ступеней с обеих сторон 600мм.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие принят В20, по морозостойкости - не ниже F50. Армирование подошвы осуществляется сетками из стержней арматуры А400.

#### 3.4.1 Проверка на продавливание угловой сваей

Проверка производится по формуле:

$$N_c \leq R_{bt} \cdot h_{01} \cdot [\beta_1 \cdot (b_{02} + 0,5 \cdot C_{02}) + \beta_2 \cdot (b_{01} + 0,5 \cdot C_{01})], \quad (3.2)$$

где  $N_c$  – усилие в угловой свае, подсчитанное от расчетных нагрузок, действующих по подошве ростверка, 123,19 кН;

$h_{01}$  – высота ступеней над сваей, 0,3 м.

$b_{01}$ ,  $b_{02}$  – расстояния от внутренних граней сваи до ближайших наружных граней ростверка, оба значения равны 0,45м.

$c_{01}$ ,  $c_{02}$  – расстояния от внутренних граней сваи до ближайших граней подколонника, но не более  $h_{01}=0,4$ , равны 0,15 м и 0,15м.

$\beta_1$ ,  $\beta_2$  - безразмерные коэффициенты.

$$377 \leq 900 \cdot 0,25 \cdot [0,85 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,25) + 0,6 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,15)]$$

$$123,19 < 180,8 \text{ кН.}$$

Условие выполняется.

#### 3.4.2 Расчет ростверка на изгиб

Подбор диаметра арматуры для сетки С1 осуществляется в результате расчета фундамента по прочности. Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты (1-1, 2-2).

Момент в сечении ростверка определяется по формуле:

$$M = N_{cb} \cdot x, \quad (3.3)$$

где  $N_{cb}$  – расчетная нагрузка на сваю, кН, 123,2.

$x$  – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения, м.

$$M_{1-1} = 2 \cdot 123,2 \cdot 0,3 = 73,92 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{2-2}=2 \cdot 123,2 \cdot 0,6= 147,84 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M'_{1-1}=2 \cdot 7.95 \cdot 0,6 = 9,54 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Площадь рабочей арматуры равна:

$$A_s=M/(\xi \cdot h_0 \cdot R_s), \quad (3.4)$$

где  $h_0$  – рабочая высота сечения, определяемая как расстояние от верха сечения до центра рабочей арматуры;

$$h_0=0,3-0,05=0,55\text{м};$$

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры, для арматуры класса А400 периодического профиля диаметром 10-40мм равное 365000кПа;

$\xi$  - коэффициент, зависящий от величины  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m=M/(b \cdot h_0^2 \cdot R_b);$$

$b$ – ширина сжатой зоны сечения, 2,4 м;

$R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию, для бетона марки В20 оно равно 11,5 МПа.

Таблица 3.2 – Подбор сечения арматуры

Сечение	Вылет $C_i$ , м	$M$ , кН·м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{oi}$	$A_s, \text{см}^2$
1'-1'	0,30	73,92	0,010	0,995	0,55	3,7
2-2	0,60	147,84	0,020	0,990	0,55	7,45

Сетку С-1 в направлении 1'-1' принимаем 13d10 А400  $S=9,42 \text{ см}^2 > 3,7 \text{ см}^2$ , в направлении 2-2 принимаем 13d10 А400  $S=9,42 \text{ см}^2 > 7,45 \text{ см}^2$ .

Ростверк армируется следующим образом: плита – сеткой С1 из стержней класса А400 и диаметром не менее 10 мм, так как  $l < 3\text{м}$ , с шагом 200 мм; подколонники – двумя сетками С2, расположенными вертикально по сторонам, перпендикулярно плоскости момента (по сторонам подколонника  $b_f$ ) из стержней класса А240 и А400.

Армируется подошва ростверка одной сеткой с рабочей арматурой в двух направлениях.

Продольная рабочая арматура сетки С2 класса А400 диаметром 10 мм ставится с шагом 200 мм, а поперечная арматура класса А240 диаметром 6 мм с шагом 300 мм назначается конструктивно. В пределах стакана распределительная арматура не ставится.

Кроме этого, армируется стакан ростверка сварными плоскими сетками. Поперечную и продольную арматуру назначают конструктивно в виде сеток С-3 из парных стержней  $\varnothing 8\text{мм}$  А240 с шестью сетками, так как эксцентриситет принимает наибольшее значение

$$e > l_c/2 = 0,6 > 0,5/2 = 0,25\text{м}.$$

Шаг сеток в этом случае принимается 50+2х100+2х200. Верхняя сетка заглублена от обреза на 50 мм, нижняя ставится выше торца колонны не менее чем на 50мм.

### 3.5 Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели для устройства буронабивных и забивных свай приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Техничко-экономические показатели для устройства буронабивных и забивных свай

Шифр	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Расц., руб.	Стоимость, руб.	Трудоёмкость, чел./ч / ед./общ.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Буронабивные сваи</b>						
ФЕР 05-01-028-01	Устройство буронабивных свай в сухих устойчивых грунтах 1-3 групп с бурением скважин вращательным (ковшевым) способом диаметром до 1000 мм, длина свай до 12 м	м <sup>3</sup>	157,83	240,94	38027,56	386,68
ФССЦ 401-0009	Бетон тяжелый В25	м <sup>3</sup>	157,83	640,59	101104	-
ФССЦ 204 -0024	Горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса А- III диаметром 18 мм	т	34,56	7006,19	242130	-
Итого:					381 260,56	386,68
<b>Забивные сваи</b>						
ФЕР 05-01-005-01	Погружение вибропогружателем железобетонных свай сплошных длиной до 10 м	м <sup>3</sup>	70,4	379,36	26706,94	459,71
ФССЦ 441-3001	Сваи железобетонные сплошные	м <sup>3</sup>	70,4	1243,87	87568,5	-
ФЕР 05-01-175-01	Срубка в речных условиях "голов" железобетонных свай площадью поперечного сечения до 0,1 м <sup>2</sup>	шт	160	751,22	119520	411,2
Итого:					114 275,35	870,91

На основании технико-экономических показателей делаю вывод, что так как устройство фундамента из забивных свай будет экономически более целесообразно, то для разработки проекта принимаю сваи С30.30

## **4 Технология строительного производства**

### **4.1 Область применения**

Данная технологическая карта разработана на монтаж металлического каркаса с помощью кранового оборудования.

Состав работ, рассматриваемых в данной технологической карте:

- монтаж колонн;
- монтаж балок перекрытия;
- монтаж вертикальных связей;
- укрупненная сборка ферм;
- монтаж ферм;
- монтаж горизонтальных связей;
- антикоррозионное покрытие сварных стыков.

Производство работ согласно данной технологической карты предусматривает двухсменный режим работы..

### **4.2 Общие положения**

Технологическая карта разработана на основе следующих документов:

- СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;
- СП 70.13330.2012 « Несущие и ограждающие конструкции
- СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»
- СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СП 12-136-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».
- МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.

### **4.3 Организация и технология выполнения работ**

#### **4.3.1 Подготовительные работы**

Основные подготовительные работы при монтаже элементов металлического каркаса:

- очистка основания в местах установки монтажного элемента от грязи и возможных наплывов бетона;
- очистка и выверка монтажных элементов;
- выправка стальных анкеров;
- осуществление входного контроля качества монтажных элементов;
- нанесение карандашом или маркером риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций;
- установка фиксаторов, оттяжек..

#### **4.3.2 Монтажные работы**

Работы по монтажу элементов металлического каркаса выполнять в следующей последовательности:



1 На площадке складирования выполнить подготовку колонн, балок и связей под монтаж.

2 Установить колонны в проектное положение. Каждую колонну монтировать в следующей технологической последовательности:

- выполнить строповку колонны;
- приподнять колонну над уровнем земли на 300мм, убедиться в надежности закрепления строп;
- выполнить кантовку колонны путем подъема с одновременным поворотом стрелы (или изменением вылета) к упору так, чтобы сохранялось вертикальное положение грузовых канатов крана;
- подать колонну к месту установки. Колонну подавать к месту монтажа на высоте выше 500мм от встречающихся на пути препятствий;
- при установке колонны на фундамент, очистить резьбу анкерных болтов от ржавчины и остатков бетона стальными щётками, прогнать лерками с соответствующим диаметром и шагом резьбы, проверить наличие осевых рисков;
- установить колонну на временные монтажные подкладки, обеспечить временное закрепление и выверку колонны на анкерных болтах парными гайками, фиксирующими положение опорной плиты;
- осуществить проектное закрепление колонны к фундаменту. Раскрепить колонну в двух взаимно-перпендикулярных направлениях при помощи подкосов;
- после монтажа выполнить расстроповку колонн.

3 Установить главные балки в проектное положение. Каждую балку монтировать в следующей технологической последовательности:

- выполнить строповку балки.
- подать балку к месту установки. Балку подавать к месту монтажа на высоте 500мм от встречающихся на пути препятствий.
- сварщику подойти к месту присоединения балки к колонне и выполнить их проектное закрепление. По завершению работ по закреплению балки стропальщик выполняет расстроповку элементов.

4 Смонтировать связи в проектное положение. Каждую связь монтировать в следующей последовательности

- технологической последовательности:
- Монтажникам установить вышку-туру «Балатон-8» в месте монтажа связи.
- Выполнить строповку связи.
- Подать связь к месту установки. Связь подавать к месту монтажа на высоте выше 500мм от встречающихся на пути препятствий.
- Сварщику подойти к месту присоединения связи к колонне и выполнить их проектное закрепление.

5 Смонтировать второстепенные балки в проектное положение. Работы вести в аналогичном монтажу главной балки порядке. Начинать монтаж с наиболее удаленного элемента, устанавливая балки краном «на себя».

6 Удалить временные подкосы колонн.

7 Произвести визуальный осмотр с составлением исполнительной схемы.

#### **4.4 Контроль качества**

Плотность стяжки собранного пакета надлежит проверять щупом толщиной 0,3мм, который в пределах зоны, ограниченной шайбой, не должен проходить между собранными деталями на глубину более 20мм.

Качество затяжки постоянных болтов следует проверять остукиванием их молотком массой 0,4кг, при этом болты не должны смещаться.

#### **4.5 Выбор крана по техническим параметрам**

Монтируемые конструкции характеризуются монтажной массой, монтажной высотой и требуемым вылетом стрелы. Выбор монтажного крана произведен путем нахождения трех основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъемности (монтажная масса) и вылета стрелы.

Подбираем кран по наиболее тяжелому элементу – наиболее тяжелый элемент – колонна К, ее масса составляет 2,3 т.

Грузоподъемность крана:

$$Q_k = q_э + q_r \quad (4.1)$$

где  $q_э$  – масса наиболее тяжелого элемента группы, т;

$q_r$  – масса грузозахватного устройства, т.

$$Q_k = 2,3 + 0,42 = 2,72 \text{ т}$$

Высота подъема стрелы:

$$H_k = h_o + h_3 + h_э + h_r, \quad (4.2)$$

где  $h_o$  – высота от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_3$  – высота подъема элемента над опорой (0,5-2 м);

$h_э$  – высота элемента в положении подъема, м;

$h_r$  – длина стропа, м.

$$H_k = 11,4 + 0,5 + 0,44 + 2,9 = 15,24 \text{ м}$$

По каталогу кранов выбираем кран гусеничный КБ-408 с параметрами:  $L_c = 40 \text{ м}$ ;  $l_k = 16 \text{ м}$ ;  $M_m = 10 \text{ т}$ ;  $H_k = 60 \text{ м}$ .

## 4.7 Калькуляция трудовых затрат

Таблица 4.1 – Калькуляция трудовых затрат

Обосн, ЕНиР	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На ед. изм	На весь объем Трудоемк чел-час
		ед.изм	Кол-во		Нвр, чел/ч	Нвр, чел/ч
Е5-1	Монтаж колонн	шт	111	Монтажник 6р.-1,	2,1	713,2
				5р.-1, 4р.-2, 3р.-1, машинист -1	0,42	142,4
Е 5-1-6	Монтаж балок перекрытия	шт	780	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,3	1014
				Машинист 6р-1	0,1	186
Е 5-1-6	Вертикальных связей	шт	60	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,33	758,4
				Машинист 6р-1	0,11	202,8
Е 5-1-3	Укрупненная сборка ферм	шт	16	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	2,2	38,08
				Машинист 6р-1	0,73	35,36
Е 5-1-6	Монтаж ферм, балок покрытия	шт	67	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,35	1070,6
				Машинист 6р-1	0,12	428
Е 5-1-6	Монтаж горизонтальных связей	шт	152	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,33	1190,6
				Машинист 6р-1	0,11	465,12
Е4-1-22	Антикоррозионное покрытие сварных стыков	10 стыков	41,1	Монтажник, 4р-1, 2р-1	1,1	45,2
Итого рабочие						4830,08
Итого машинисты						1450,68

## 5 Организация строительства

### 5.1 Календарный план производства работ

Календарный план составляется на весь период строительства здания и отражает количество и движение рабочих во время строительства.

Таблица 5.1 - Калькуляция трудовых затрат

N п/п	Обосно- вание	Наименование работ	Объём работ		Состав звена	На единицу	На объём
			ед.из м.	кол- во		Н вр, чел/ч	Q, чел-час
1	2	3	4	5	6	7	8
Земляные работы (устройство, зачистка, уплотнение)							
1	Е-2-1-5	Срезка растительного слоя грунта бульдозером с перемещением на 20 м,с погрузкой на автосамосвалы и транспортированием на 1 км Т-100	1000 м <sup>3</sup>	9,206	машинист 6- 1р. Пом. машиниста 5-1	1,5	13,81
2	Е-2-1-10	Разработка грунта котлована экскаватором с ковшом вместимостью 0,5 м3 с погрузкой на автосамосвалы и транспортированием на 1 км со срезкой недобора	1000 м <sup>3</sup>	9,025	машинист 6- 1р. Пом. машиниста 5-1.	2,3	20,76
3	У1-105	Ручная доработка грунта в котловане	100м <sup>3</sup>	1,8	Землекоп 2р-2	15	27
4	Е2-1-34	Засыпка траншей и котлованов бульдозером	100м <sup>3</sup>	2,789	Землекоп 2р-2	1,05	2,93
5	У1-968	Засыпка вручную	100м <sup>3</sup>	4,17	Землекоп 2р-2	77	321,1
Фундаменты							
6	Е12-28	Забивка свай	1 свая	378	Копровщик 5р-1, 3р-1	0,9	340,2
7	У11-2	Уплотнение грунта щебнем	100м <sup>2</sup>	11,42	Землекоп 2р-2	25	285,5
8	У6-1	Устройство бетонной подготовки	м <sup>3</sup>	3,01	Бетонщик 3р-1, 2р-2	1,70	5,11
9	У6-6	Устройство столбчатого фундамента	м <sup>3</sup>	58,7	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	5	293,5

Продолжение Таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
10	У6-17	Устройство ж/б фундаментных плит	м <sup>3</sup>	996	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	2,7	2689,2
11	У6-160	Устройство фундаментных балок	м <sup>3</sup>	174	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	14,5	2523
12	У11-48	Устройство гидроизоляции обмазочной битумной в 2 слоя	100м <sup>2</sup>	41,28	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	42,5	1754,4
13	У6-92	Устройство монолитных стен подвала	м <sup>3</sup>	666,2	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	6,5	4330,3
14	У6-173	Устройство монолитного перекрытия подвала	м <sup>3</sup>	805	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	19	15295
15	У6-106	Устройство монолитных колонн подвала	м <sup>3</sup>	75,5	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	16,5	1245,7
Надземная часть							
16	Тех. карта	Монтаж металлического каркаса					4829,6
17	У6-173	Устройство монолитного перекрытия	м <sup>3</sup>	6434	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	19	122246
18	У6-106	Устройство монолитных колонн	м <sup>3</sup>	702	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	16,5	11583
19	У6-177	Устройство монолитных лестничных маршей	м <sup>3</sup>	202	Плотник 4р-1,3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	25	5050

Продолжение Таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
20	У6-137	Устройство монолитных стен	м <sup>3</sup>	677	Плотник 4р-1, 3р-1, Ар-щик 4р-1, 2р-1, бет-щик 3р-1, 2р-1, маш. 4р-1	13	8801
21	Тех. карта	Монтаж стеновых сэндвич-панелей					9674,7
Устройство кровли							
22	У12-289	Устройство полимерной мембраны	100 м <sup>2</sup>	40,1	Кровельщик 3р-1, 2р-2	14,5	581,45
23	У12-284	Укладка утеплителя из минераловатных плит	100 м <sup>2</sup>	40,1	Кровельщик 3р-1, 2р-2	54	2165,4
24	У5-1-20	Укладка проф.листа	100м <sup>2</sup>	40,1	Кровельщик 3р-1, 2р-2	9,7	388,97
Остекление							
25	У15-701	Остекление оконных проемов	100 м <sup>2</sup>	2,5	Плотн. 4р-1, 2р-1	55	137,5
26	У15-737	Устройство витражей	100 м <sup>2</sup>	14,36	Плотн. 4р-2, 2р-2	120	1723,2
Заполнение проемов							
27	У10-105	Установка дверных блоков	м <sup>2</sup>	821,8 7	Плотник 4р-1, 2р-1	0,75	616,4
Устройство полов							
28	У11-202	Устройство пола из линолеума	100 м <sup>2</sup>	98,13	Облиц. синт. мат 4р-2, 3р-2	30	2943,9
29	У11-136	Устройство пола из керам. плитки	100 м <sup>2</sup>	8,57	Обл.плит 4р, 3р, 2р-3	130	1114,1
30	У11-58	Цементно-песчаная стяжка	100м <sup>2</sup>	9,6	Бетонщик 4р-1, 3р-1, 2р-1	93,68	899,3
Отделочные работы							
31	У15-242	Штукатурка стен внутри здания	100м <sup>2</sup>	76	Штукатур 4р-2, 3р-2, 2р-2	70	5320
32	У15-243	Штукатурка потолка	100м <sup>2</sup>	25,6	Штукатур 4р-2, 3р-2, 2р-2	78	1996,8
33	У15-508	Окраска стен ВА	100м <sup>2</sup>	39,5	Маляр 3р-2, 2р-1	8,2	323,9
34	У15-82	Отделка стен керам. плиткой	100м <sup>2</sup>	52,7	Облицовщик 3р-1, 2р-2	165	8695
35	У15-507	Окраска стен акриловой эмульсионной краской	100м <sup>2</sup>	36,5	Маляр 3р-2, 2р-1	46	1679
36	У15-508-А	Окраска потолка акриловой краской	100м <sup>2</sup>	25,6	Маляр 3р-2, 2р-1	9,9	253,4
37	У15-296	Устройство подвесного потолка	100м <sup>2</sup>	71,95	плотник 4р-2, 2р-2	33	2374,3

## Окончание Таблицы 5.1

Итого					$\Sigma 222544,4$ 2
38	Неучтенные работы	%	10 от $\Sigma$		2216
39	Внутренние эл-монтаж. работы.	%	8 от $\Sigma$		1772
40	Внутренние сантехмонтажные работы	%	10 от $\Sigma$		2216
41	Слаботочные	%	5 от $\Sigma$		1108
42	Наружные инженерные сети	%	10 от $\Sigma$		2216
43	Работы по благоустройству	%	3 от $\Sigma$		664
44	Сдача объекта	%	2 от $\Sigma$		443
Итого					$\Sigma 233179,$ 42

## 6 Экономика строительства

### 6.1 Определение стоимости строительства объекта по укрупненным нормативам

Государственные укрупненные нормативы цены строительства, предназначены для планирования инвестиций (капитальных вложений), оценки эффективности использования средств, направляемых на капитальные вложения «Жилые здания» (НЦС 81-02-01-2014 [35]). Показатели укрупненного норматива цены строительства учитывают стоимость всего комплекса работ и затрат на возведение объектов здравоохранения, включая прокладку внутренних инженерных сетей, монтаж и стоимость инженерного и технологического оборудования, мебели и инвентаря.

Согласно МДС 81-02-12-2011 [36] стоимость планируемого к строительству объекта осуществляется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = [(\sum_{i=1}^N \text{НСЦ}_i * M * K_C * K_{\text{тр}} * K_{\text{рег}} * K_{\text{зон}}) + Z_p] * I_{\text{пр}} + \text{НДС} \quad (6.1)$$

где НЦС - используемый показатель государственного сметного норматива - укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района (Московская область) в уровне цен на начало текущего года;

N - общее количество используемых показателей государственного сметного норматива - укрупненного норматива цены строительства по конкретному объекту для базового района (Московская область) в уровне цен на начало текущего года;

M - мощность планируемого к строительству объекта (общая площадь, количество мест, протяженность и т.д.);

I<sub>пр</sub> - прогнозный индекс, определяемый в соответствии с пунктом 10 настоящих Методических рекомендаций на основании индексов цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемых для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации;

K<sub>тр</sub> - коэффициент перехода от цен базового района (Московская область) к уровню цен субъектов Российской Федерации, применяемый при расчете планируемой стоимости строительства объектов, финансируемых с привлечением средств федерального бюджета, определяемой на основании государственных сметных нормативов - нормативов цены строительства. Величина указанных коэффициентов перехода ежегодно устанавливаются приказами Минрегиона России;

K<sub>рег</sub> - коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства (отличия в конструктивных решениях) в регионах Российской Федерации по отношению к базовому району (приложение № 1 к настоящим Методическим рекомендациям [36]);



$K_c$  - коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации (приложение № 3 к настоящим Методическим рекомендациям [36], (сейсмичность 6 баллов,  $K_c=1$ ));

$K_{зон}$  - коэффициент зонирования, учитывающий разницу в стоимости ресурсов в пределах региона (приложение № 2 к настоящим Методическим рекомендациям [36]);

$Z_p$  - дополнительные затраты, учитываемые по отдельному расчету, в порядке, предусмотренном Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации МДС 81-35.2004 [30], утвержденной постановлением Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 5 марта 2004 г. № 15/1 (по заключению Министерства юстиции Российской Федерации в государственной регистрации не нуждается, письмо от 10 марта 2004 г. № 07/2699-ЮД);

НДС - налог на добавленную стоимость.

Определение значения прогнозного индекса-дефлятора рекомендуется осуществлять по формуле

$$I_{np} = \left( \frac{I_{н.стр.}}{100} * \frac{100 + \frac{(I_{пл.п.} - 100)}{2}}{100} \right) \quad (6.2)$$

где  $I_{н.стр.}$  — индекс цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемый для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, от даты уровня цен, принятого в НЦС, до планируемой даты начала строительства, в процентах;

$I_{пл.п.}$  — индекс цен производителей по видам экономической деятельности по строке «Капитальные вложения (инвестиции)», используемый для прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, на планируемую продолжительность строительства объекта, рассчитываемого по НЦС, в процентах.

Показатели укрупненного норматива цены строительства жилого дома для г. Дивногорск Красноярского края приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расчет стоимости строительства объекта на основе УНЦС

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость ед. изм. по состоянию на 01.01.2017, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогножном) уровне, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус стадиона общей площадью 10689 м <sup>2</sup>					

Продолжение Таблицы 6.2

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол- во	Стоимость ед. изм. по состоянию на 01.01.2017, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозом) уровне, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
	Коэффициент на стесненность	П.25 ТЧ НЦС 81-02-02-2017		1,06		875 835,28
	<b>Стоимость строительства корпуса стадиона</b>					875 835,28
	Коэффициент на сейсмичность	Приложение 3 методических рекомендаций			1	
	<b>Стоимость строительства корпуса стадиона с учетом сейсмичности</b>					875 835,28
2	Поправочные коэффициенты					
	Поправочный коэффициент перехода от базового района Московской области к Красноярскому краю	Приложение 17 методических рекомендаций			1,01	
	Регионально-климатический коэффициент	Приложение 1 методических указаний			1,09	
	Зональный коэффициент	Приложение 2 методических указаний			1,00	
	<b>Стоимость строительства с учетом сейсмичности, территориальных и регионально-климатических условий</b>					<b>964 207,06</b>
	<b>Всего по состоянию на 01.01.2017</b>					
4	Продолжительность строительства	25	Мес.			<b>964 207,06</b>
	Начало строительства	01.04.2019				

## Окончание таблицы 6.2

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость ед. изм. по состоянию на 01.01.2017, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогножном) уровне, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
	Расчет индекса-дефлятора на основании показателей Минэкономразвития России: Ин.стр. с 01.01.2017 по 01.05.2019 = 105,5%; Ипл.п. с 01.05.2019 по 01.03.2022 = 105,1%				1,08	
	<b>Всего стоимость строительства с учетом срока строительства</b>					<b>1 041 343,63</b>
	НДС		%	20		56,3
	<b>Всего с НДС</b>					<b>337,78</b>

Таким образом ориентировочная стоимость строительства составляет 1 041 343 000 рублей.

## 6.2 Составление локального сметного расчета на устройство металлического каркаса

Составляем локальный сметный расчет на устройство металлического каркаса согласно разделу «Технологическая карта на устройство металлического каркаса».

Для составления сметной документации применены Федеральные единичные расценки на строительные и специальные строительные работы ФЕР-2001 (в редакции 2009 г.) по состоянию на 01.01.2001 г. Сметная документация составлена в соответствии с «Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» МДС 81-35.2004 [30].

При составлении локальной сметы на общестроительные работы был использован базисно – индексный метод, сущность которого заключается в следующем: сметная стоимость определяется в базисных ценах на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, а затем переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов.

Сметная стоимость пересчитана в текущие цены I кв. 2019 г. С использованием индексов пересчета сметной стоимости строительно-монтажных работ, устанавливаемых Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Иркутской области от 01.02.2019 РФ № 75811 – ДВ/09, имеют следующие значения: индекс для территориального района г. Дивногорск (объекты многоквартирные жилые дома: прочие) СМР=7,63 (С учетом коэффициентов 1,12 к НР и 0,65 к СП), и с учетом лимитированных затрат, включающих в себя: затраты на возведение временных зданий и сооружений – 1,8% (прил. 1 п. 4.2 ГСН 81-05-01-2001), удорожание при производстве работ в зимний период – 3% ГСН 81-05-02-2007) [34, таблица 4, пункт 11], резерв средств на непредвиденные работы и затраты – 2% из пункта 4.96 МДС 81- 35.2004. НДС определено в размере 20% на суммарную сметную стоимость всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные.

Исходные данные для определения сметной стоимости строительно-монтажных работ:

1) Размеры накладных расходов приняты по видам СМР от ФОТ 112 % по МДС 81-33.2004 [31] «Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве».

2) Размеры сметной прибыли приняты по видам СМР о ФОТ 65 % по МДС 81-25.2001 [32] «Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве».

3) Прямые затраты – непосредственно связаны с выполнением СМР и состоят из следующих элементов: основная заработная плата рабочих, занятых на основном производстве; затрат на материалы, изделия,

конструкции, полуфабрикаты (включая затраты на их транспортировку к месту производству работ, погрузка и разгрузка); затраты на эксплуатацию строительных машин, механизмов и механизмов и оборудования.

Величина прямых затрат определяется прямым счетом на основании физических объемов работ по конструктивным элементам, видам работ и на основании сметных норм и цен на ресурсы. Прямые затраты на единицу измерения работы называются единичной расценкой и приводятся в сборниках ФЕР, ТЕР и др.

Локальный сметный расчет приведен в приложении Б. Проводим анализ структуры сметной стоимости общестроительных работ по возведению спортивно-технологического блока стадиона Спутник в г. Дивногорск.

#### **6.2.1 Анализ локального сметного расчета на устройство металлического каркаса**

В таблице 5.1 отображена стоимость локального сметного расчета на устройство монолитных железобетонных плит перекрытия в размере 37 964 586,14 руб. по экономическим элементам сметной стоимости.

На рисунке 5.1 представлена структура локального сметного расчета по экономическим элементам сметной стоимости.

Таблица 6.2 – Структура локального сметного расчета по экономическим элементам сметной стоимости по состоянию на 1-й квартал 2019 года.

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Прямые затраты, всего	28 654 659,88	75,078
в том числе:		
материалы	22 921 406,15	70,62
эксплуатация машин	741 923,56	2,28
заработная плата основных рабочих	462 412,40	1,42
Накладные расходы	612 611,24	1,89
Сметная прибыль	355 533,31	1,01
Лимитированные затраты	1 777 968,33	5,48
НДС	5 584 912,23	17,21
ИТОГО	32 456 767,22	100

Из рисунка 6.1 видно, что основная часть затрат приходится на материальные ресурсы в размере 22 921 406,15 руб, что составляет 70,62% в процентном соотношении от общей стоимости работ на устройство монолитных железобетонных плит перекрытия.

В целях снижения себестоимости строительства материальные затраты играют важную роль. Для выбора оптимальных и обоснованных показателей стоимости, участникам строительства рекомендуется осуществлять мониторинг цен на материальные ресурсы.

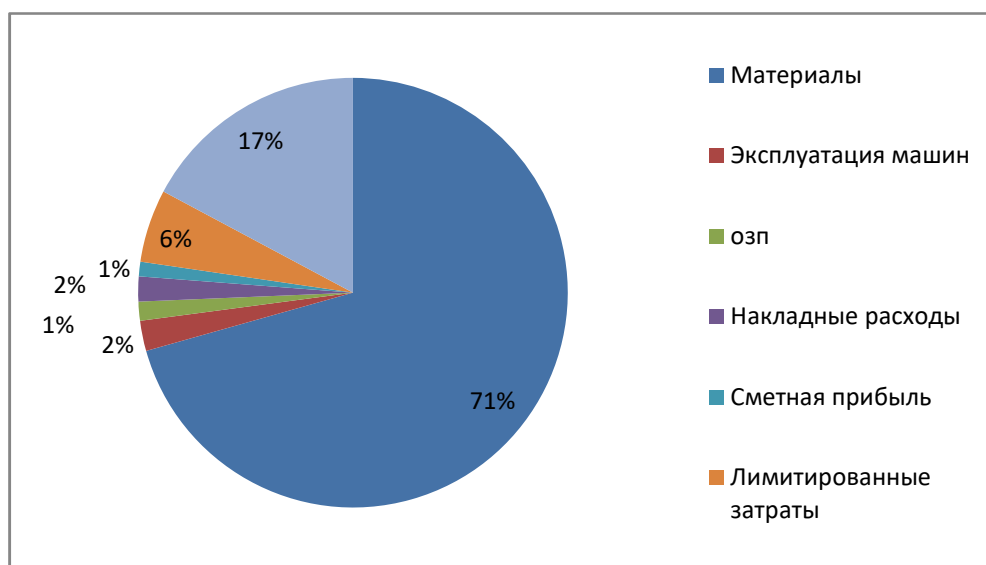


Рисунок 6.1- Структура локального сметного расчета по экономическим элементам сметной стоимости

Таблица 6.3 - Основные технико-экономические показатели спортивно-технологического блока стадиона «Спутник» в г. Дивногорск

Наименование показателей, единицы измерения	Значение
1	2
Площадь застройки, м <sup>2</sup>	2672,33
Количество этажей, шт.	4
Высота этажа, м	3,00
Строительный объем, всего, м <sup>3</sup> (в том числе ниже отм 0.000)	43 585,7
Полезная площадь, м <sup>2</sup>	8 357,6
Общая площадь, м <sup>2</sup>	10689,2
Планировочный коэффициент	0,78
Объемный коэффициент	5,25
Прогнозная стоимость 1 м <sup>2</sup> площади (общей)	97 420
Прогнозная стоимость 1 м <sup>2</sup> площади (полезной)	124 598,3
Прогнозная стоимость 1 м <sup>3</sup> строительного объема	23 891,8
Продолжительность строительства, мес.	25
Сметная стоимость общестроительных работ на устройство металлического каркаса	32 456 767,22

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Путем решения задач, поставленных перед началом выполнения выпускной квалификационной работы, по каждому разделу были выполнены расчеты и по необходимости графическая часть.

В начале работы в краткой форме приведено обоснование необходимости строительства.

В архитектурном разделе приведены основные объемно-планировочные решения, выбор по внутренней и внешней отделке, в приложениях к этому разделу приведен теплотехнический расчет, обуславливающий выбор основных ограждающих конструкций, а так же экспликации отделки помещений, экспликации помещений и полов. В графической части приведены планы этажа на отметке 0,000, 4,200, фасад в осях 1-23, фасад в осях 1-8, спецификация заполнения проёмов, план кровли, разрез по лестнице 1-1.

В расчетно-конструктивном разделе приведены расчеты поперечной рамы каркаса в осях 3-8, В-И, в программном комплексе SCAD, выполнен расчет колонны по оси И, произведен подбор сечений для стропильной фермы, так же произведен расчет ее узлов. В графической части на листе КМ представлена схема расположения несущих конструкций на отметке 0,000, схема расположения элементов покрытия по нижнему поясу ферм, схема расположения элементов покрытия по верхнему поясу ферм, поперечный разрез 1-1, продольный разрез 2-2, ведомость элементов. На листе КМД представлены геометрическая, монтажная схемы стропильной фермы, монтажная схема колонны, узлы фермы, включая опорный узел, спецификация стали и ведомость сварных швов.

В разделе проектирование фундаментов представлено технико-экономическое сравнение буронабивных и забивных свай, расчет ростверка и подбор его арматуры. В графической части представлен план свайного поля, план ростверков, план ростверка, его разрез, арматурные сетки ростверка, спецификация элементов ростверка, ведомость расхода стали.

В разделе «технология строительства» разработана технологическая карта на возведение металлического каркаса здания, в осях 1-23. В графической части приведены схема производства работ, график производства работ, разрез 1-1.

В разделе «организация строительства» был разработан календарный график возведения здания в осях 1-23, выполнена калькуляция трудовых затрат.

В разделе экономика строительства, произведен расчет по укрупненному нормативу, выполнен локально-сметный расчет на возведение металлического каркаса здания в осях 1-23, приведены основные технико-экономические показатели здания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион РФ, 2012. – 120 с.
- 2 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Минрегион РФ, 2012. – 100 с.
- 3 СП 118.13330.2012 Общие здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион РФ, 2011. – 82 с.
- 4 ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 15 с.
- 5 Федеральный закон №384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Введ. 30.12.2009. – М.: Госдума, 2009. – 110с.
- 6 СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1998. – Москва: Минстрой РФ, 1998. – 25 с.
- 7 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2017. – 173с.
- 8 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – Введ. 20.05.2016. – Москва: Минстрой России, 2016. – 96 с.
- 9 СТО АСЧМ 20-93 Прокат стальной сортовой фасонного профиля. Двутавры горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия. – Введ. 01.01.1994. – Москва: ЧЕРМЕТСТАНДАРТ, 1993. – 15 с.
- 10 ГОСТ 30245-2012 Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций. Технические условия. – Введ. 01.01.2016. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 37 с.
- 11 СП 310.1325800.2017 Бассейны для плавания. Правила проектирования. – Введ. 27.06.2017. – Москва: Минстрой России, 2017. – 75 с.
- 12 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион РФ, 2011. – 85 с.
- 13 Серия С.1.011.1 Сваи забивные железобетонные. Выпуск 8. Сваи составные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой. – Введ. 01.03.1990. – Москва: Институт Фундаментпроект, 1989. – 109 с.
- 14 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 205 с.
- 15 МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. – Введ. 24.01.2007. – Москва: ЦНИИОМТП, 2006. – 15 с.



- 16 СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион РФ, 2010. – 25 с.
- 17 СНиП12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – Введ. 01.09.2001. – Москва: Госстрой России, 2001. – 48 с.
- 18 СП 12-136-2002 Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. – Введ. 01.01.2003. – Москва: Госстрой России, 2002. – 12 с.
- 19 ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 30 с.
- 20 СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций. – Введ. 01.01.1999. – Москва: Госстрой России, 1999. – 36 с.
- 21 Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом. – Москва: НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. – 42 с.
- 22 СНиП III-10-75 Благоустройство территории. – Введ. 01.07.1976. – Москва: Госстрой СССР, 1975. – 38 с.
- 23 РД 11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – 01.07.2007. – Москва: Ростехнадзор, 2007. – 237 с.
- 24 МДС 81-35-2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 03.09.2004. – Москва: Госстрой России, 2004. – 70 с.
- 25 МДС 81-33-2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 12.01.2004. – Москва: Госстрой России, 2004. – 32 с.
- 26 МДС 81-25-2001 Методические указания по определению сметной прибыли в строительстве. – Введ. 28.02.2001. – Москва: Госстрой России, 2001. – 20 с.
- 27 Инженерные решения по охране труда в строительстве: справочник / под ред. Г. Г. Орлова. – Москва: Стройиздат, 1985. – 278 с.
- 28 Экономика отрасли (строительство): методические указания к выполнению курсовой работы / сост. Саенко И.А., Крелина Е.В., Дмитриева Н.О. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.
- 29 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2013. – Взамен СП 51.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 42с.
- 30 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – Взамен СП 52.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 70с.

31 Петухова, И.Я. Металлические конструкции. Состав и оформление рабочих чертежей КМ и КМД: учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования студентов строительных специальностей всех форм обучения / И.Я. Петухова, А.В. Тарасов. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2014. - 69с.

32 ГОСТ 2.301 – 68\* Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями №№ 1, 2, 3). Межгосударственный стандарт. –Взамен ГОСТ 3450-60; введен 01.01.71. - Москва: Стандартиформ, 2007. – 4с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Теплотехнические расчёты

#### 1 Теплотехнический расчёт стены

Стеновые ограждающие конструкции - трёхслойные сэндвич-панели Металл профиль, изготовленные по ГОСТ 32603-2012 Панели металлические трехслойные с утеплителем из минеральной ваты. Технические условия.

Таблица А1 – Характеристики слоёв ограждающей конструкции стены

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Профлист	0,5	2600	221
2	Минеральная вата	х	180	0,048
3	Профлист	0,7	2600	221

Исходными данными для характеристики района строительства является СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Теплотехнический расчёт произвожу согласно СП50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}} \quad (\text{А.1})$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода;

$t_{\text{в}}$  – расчётная температура внутреннего воздуха здания, [3, табл. 3];

$t_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха, [1, табл. 3.1];

$z_{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода, [1, табл. 3.1].

$$\text{ГСОП} = (20 - (-6,7)) \cdot 233 = 6221,1 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}$$

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции определяю по формуле

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \cdot m_p \quad (\text{А.2})$$

где  $R_0^{\text{тр}}$  - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, определяемое по формуле (А.3) ;

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

$$R_0^{\text{тр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b \quad (\text{А.3})$$

где  $a, b$  – коэффициенты, принимаемые в соответствии с [2, табл.3];

ГСОП – то же, что и в формуле (А.1).

$$R_0^{\text{тр}} = 0,0003 \cdot 6\,221,1 + 1,2 = 3,06 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт},$$

$$R_0^{\text{норм}} = 3,06 \cdot 1 = 3,06 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}.$$

Термическое сопротивление ограждающей конструкции является суммой термических сопротивлений её слоёв:

$$R_k = \frac{R_0^{\text{норм}}}{r} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (\text{A.4})$$

где  $r$  – коэффициент теплотехнической однородности, принимаемый по таблице 6 [4];

$\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), принимаемый по таблице 4 [2];

$\delta$  – толщина слоя, мм;

$\lambda$  – теплопроводность слоя, Вт/(м·°C).

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи для зимних условий, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), принимаемый по таблице 6 [2].

$$\delta_2 = \left( \frac{R_0^{\text{норм}}}{r} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_3$$

$$\delta_2 = \left( \frac{3,06}{0,75} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,005}{221} - \frac{0,007}{221} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,048 = 0,186 \text{ м}$$

Подбираю по каталогу компании Металл профиль стеновую панель наиболее подходящую по толщине утеплителя. Принимаю панель толщиной 200 мм.

$$R_k = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{221} + \frac{0,2}{0,048} + \frac{0,007}{221} + \frac{1}{23} \right) = 4,28 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$R_0^{\text{пр}} = R_k \cdot r \geq R_0^{\text{норм}} \quad (\text{A.5})$$

где  $R_0^{\text{пр}}$  – фактическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции;

$r$  – то же, что и в формуле (A.4)

$$R_0^{\text{пр}} = 4,28 \cdot 0,75 = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\Delta t_0 = \frac{(t_B - t_H)}{(R_0^{\text{пр}} \cdot \alpha_B)} < t_H \quad (\text{A.6})$$

где  $\Delta t_0$  – фактический температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °C;

$t_B$  – то же, что и в формуле (A.1);

$t_H$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °C, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92, принимаемая согласно таблице 3.1 [2];

$R_0^{\text{пр}}$  – то же, что и в формуле (A.5);

$\alpha_B$  – то же, что и в формуле (А.4);

$t_n$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_B$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции -  $t_B$ , °С, принимаемый по таблице 5 [2].

$$\Delta t_0 = \frac{(20 - (-3))}{(3,21 \cdot 8,7)} = 2,04 \text{ °С} < 4,5 \text{ °С}$$

## 2 Теплотехнический расчет покрытия

Покрытие состоит из полимерной мембраны LOGICROOF V-RP, двух слоев минераловатного утеплителя Техноруп В60 и Техноруп Н30.

Таблица А2 – Характеристики слоёв ограждающей конструкции кровли

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя $\delta$ , м	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP	-	-	-
2	Техноруп В60	х	180	0,043
3	Техноруп Н30	180	130	0,042

По формуле А.1

$$G_{COП} = 6221,1 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}$$

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции определяю по формуле А.3

$$R_0^{TP} = 0,0005 \cdot 6221,1 + 2,2 = 5,31 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции определяю по формуле А.2

$$R_0^{НОРМ} = 5,31 \cdot 1 = 5,31 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Термическое сопротивление ограждающей конструкции является суммой термических сопротивлений её слоёв:

$$R_k = R_0^{НОРМ} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (\text{А.7})$$

Из формулы А.7 нахожу требуемую толщину утеплителя х

$$\delta_2 = \left( R_0^{НОРМ} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \cdot \lambda_2$$

$$\delta_2 = \left( 5,31 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,18}{0,042} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,043 = 0,037 \text{ м}$$

Принимаю слой утеплителя Техноруп В60 толщиной 40 мм.

### 3 Теплотехнический расчет окна

Величина градусо – сутки отопительного периода,  $D_d$ ,  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$ , определяется по формуле (А.1)

$$\text{ГСОП}=(21+6,7)\cdot 223=6454,1\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Так как величина ГСОП отличается от табличного, нормируемое значение сопротивления теплопередаче  $R_{\text{reg}}$ ,  $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ , ограждающих конструкций следует определять по формуле (А.2)

Принимаем:  $\text{ГСОП}=6454,1^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут.}$ ;  $a=0,00005$ ;  $b=0,2$ .

Подставляем значения в формулу (А.2), получаем

$$R_0^{\text{тр. ок}} = 0,00005\cdot 6454,1 + 0,2 = 0,53\text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}).$$

Исходя из условий подбираем окно

$$R_0^{\text{ок}} \geq R_0^{\text{норм. ок}}. \quad (\text{А.7})$$

$$R_0^{\text{норм. ок}} = R_0^{\text{тр. ок}} \quad (\text{А.8})$$

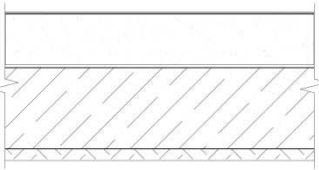
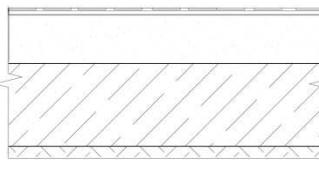
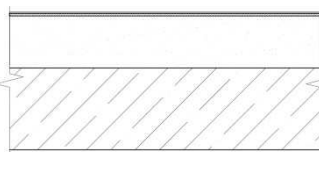

Выбираем окно с профилем ПВХ таблица 2 ГОСТ 30674-99.

Вывод: Принимаем окно 4М1-10-4М1-10-4М1 по ГОСТ 23156-99 показатель приведенного сопротивления теплопередачи изделия имеет категорию Г 1 ( $0,50-0,54\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ), так как  $R_0^{\text{тр. ок}} = 0,53\text{ (м}^2\cdot^{\circ}\text{C)/Вт}$ .

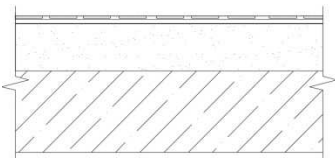
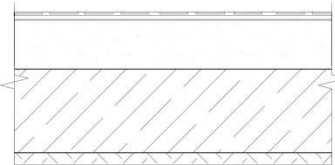
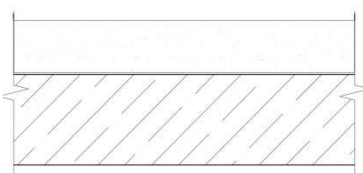
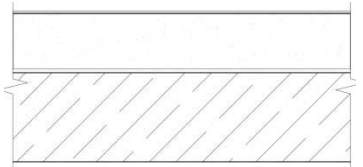
# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Экспликация полов

Таблица Б.1 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
0-2,0-2/1, 0-3,0-3/1, 0-4,0-4/1, 0-5,0-5/1, 0-6,0-6/1,	1		<ul style="list-style-type: none"> <li>— влагостойкое ПВХ покрытие (Forbo Surestep Aqua)- 2.9 мм;</li> <li>— полимерный клей - 0.8 мм;</li> <li>— грунтовка-5 мм;</li> <li>— разуклонка-стяжка из ЦПР М150 - 93.8 мм;</li> <li>— гидроизоляция 2 слоя - 6 мм;</li> <li>— плита перекрытия;</li> <li>— грунт основания.</li> </ul>	199,44
0-2/2, 0-3/2, 0-4/2,0-5/2, 0-6/2	2		<ul style="list-style-type: none"> <li>— керамическая плитка, затирка, пластифицирующая добавка - 6 мм</li> <li>— полимерцементный клей - 7 мм</li> <li>— рулонная гидроизоляция 2 слоя - 1.5мм</li> <li>— разуклонка-стяжка из ЦПР марки М150 - до 87.3 мм</li> <li>— армированный бетон В22,5</li> <li>— грунт основания</li> </ul>	33,92
0-1,1-1, 1-2,1-3 1-11, 1-11/1,2-9, 3-6,3-7	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>— противоскользящее ПВХ покрытие, (износостойкость - 34 класс) - 2 мм;</li> <li>— полимерный клей - 0.8 мм;</li> <li>— грунтовка - 5 мм;</li> <li>— стяжка из ЦПР М150 - 95.2 мм;</li> <li>— плита перекрытия</li> </ul>	126,49
1-5, 1-7, 1-9, 1-12, 1-13, 1-14,1-15, 1-16,1-17, 1-18,1-19, 1-20,1-21 1-22, 2-1, 2-2,2-5, 2-10,2-12, 2-13,2-15, 2-16,2-17, 2-18,2-19, 3-1,3-2,3-5, 3-9,3-11, 3-12,3-13, 3-14,3-15	4		<ul style="list-style-type: none"> <li>— коммерческий пвх линолеум, (износостойкость - 34 класс) - 2 мм;</li> <li>— полимерный клей - 0.8 мм;</li> <li>— грунтовка;</li> <li>— стяжка из ЦПРМ150 - 95.2 мм;</li> <li>— грунтовка;</li> <li>— плита перекрытия.</li> </ul>	663,26

## Окончание Таблицы Б.1

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
1-10, 1-8, 2-6,2-11, 2-14,3-3, 3-10	5		<ul style="list-style-type: none"> <li>— керамическая плитка + затирка + пластифицирующая добавка - 6 мм;</li> <li>— полимерцементный клей - 7 мм;</li> <li>— рулонная гидроизоляция 1 слой - 0.7мм;</li> <li>— разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 - до 87.3 мм;</li> <li>— плита перекрытия</li> </ul>	134,18
1-24, 1-25,1-26, 1-27,1-28, 1-29, 1-30	6		<ul style="list-style-type: none"> <li>— керамогранитная плитка, затирка, пластифицирующая добавка - 6 мм</li> <li>— полимерцементный клей - 7 мм</li> <li>— рулонная гидроизоляция 2 слоя - 1.5мм</li> <li>— разуклонка-стяжка из цементно-песчаного раствора марки М150 - до 87.3 мм</li> <li>— армированный бетон класса В22,5</li> <li>— грунт основания</li> </ul>	478,14
4-1,4-2,4-3	7		<ul style="list-style-type: none"> <li>— стяжка из ЦПР марки М150 - до 87 мм;</li> <li>— рулонная гидроизоляция 1 слоя - 3мм;</li> <li>— плита перекрытия</li> </ul>	201,02
2-20	8		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Влагостойкое коммерческое ПВХ покрытие (Forbo Surestep Aqua), (износостойкость - 34 класс) - 2.9 мм;</li> <li>— полимерный клей - 0.8 мм;</li> <li>— грунтовка;</li> <li>— разуклонка-стяжка из ЦПР- 93.8 мм;</li> <li>— рулонная гидроизоляция 2 слоя - 6 мм;</li> <li>— плита перекрытия.</li> </ul>	473,81



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Экспликация помещений

Таблица В.1 – Экспликация помещений на отм. -3,600

Номер помещения	Наименование	Площадь	Кат по помещению
0-1	Коридор	69,71	
0-2	Раздевалка командная на 15 чел.	28,58	
0-2/1	Санузел	2,58	
0-2/2	Душевая на 3 сетки	6,35	
0-3	Раздевалка командная на 15 чел.	25,2	
0-3/1	Санузел	2,37	
0-3/2	Душевая на 3 сетки	8,56	
0-4	Раздевалка командная на 15 чел.	26,41	
0-4/1	Санузел	2,36	
0-4/2	Душевая на 3 сетки	8,32	
0-5	Раздевалка командная на 15 чел.	26,05	
0-5/1	Санузел	2,37	
0-5/2	Душевая на 3 сетки	6,56	
0-6	Комната персонала	11,88	
0-6/1	Душевая	2,17	
0-6/2	Санузел	2,14	

Таблица В.2 – Экспликация помещений на отм. 0,000

Номер помещения	Наименование	Площадь	Кат по помещению
1-1	Тамбур	7,5	
1-2	Лестничная клетка №4	19,87	
1-3	Коридор	55,7	
1-4	Венткамера №3	40,4	
1-5	Помещение персонала кафетерия	16,23	
1-6	Кабина для переодевания с душевой	2,53	
1-7	Загрузочная кафетерия	8,14	
1-8	Санузел персонала кафетерия	4,36	
1-9	Помещение отходов	5,11	
1-10	КУИ кафетерия	4,30	
1-11	Коридор	24,32	
1-12	Кладовая и моечная обменной тары	6,69	
1-13	Холодильная камера №1	3,25	
1-14	Холодильная камера №2	3,25	
1-15	Овощной цех	6,69	
1-16	Доготовочный цех	9,77	
1-17	Кладовая овощей	5,47	
1-18	Кладовая сухих продуктов	7,50	

## Окончание Таблицы В.2

Номер помещения	Наименование	Площадь	Кат по помещению
1-19	Горячий цех	7,80	
1-20	Моечная кухонной посуды	5,78	
1-21	Моечная столовой посуды	7,82	
1-22	Раздаточная	16,27	
1-23	Коридор	31,67	
1-24	Помещение водоподготовки бассейна	130,91	Д
1-25	Техническое помещение	257,24	
1-26	Венткамера №2	36,78	
1-27	Насосная пожаротушения	18,66	
1-28	Озонаторная	18,55	Д
1-29	Комната хранения коагулирующих растворов	9	
1-30	Комната хранения дезинфицирующих растворов	9	

Таблица В.3 – Экспликация помещений на отм. 4,200

Номер помещения	Наименование	Площадь	Кат по помещению
2-1	Лаборатория проб воды	12,30	
2-2	Дежурная медсестра	12,06	
2-3	Кабина сухого жара на 10 чел.	20,50	
2-4	Душевая	20,96	
2-5	Комната отдыха	21,41	
2-6	Санузел доступный МГН	4,79	
2-7	Раздевалка на 10 чел.	12,45	
2-8	Лестничная клетка №4	21,93	
2-9	Коридор	93,80	
2-10	Комната инструкторов бассейна	21,30	
2-10/1	Кабина для переодевания с душевой	2,45	
2-11	Служебный санузел	4,32	
2-12	Помещение персонала	15,8	
2-12/1	Кабина для переодевания с душевой	2,45	
2-13	Помещение персонала медблока	11,25	
2-13/1	Кабина для переодевания с душевой	2,08	
2-14	Служебный санузел	6,12	
2-15	Массажная на 2 кушетки	22,07	
2-16	Кабина для переодевания с душевой	5,16	
2-17	Кабинет врача	15,58	
2-18	Комната отдыха	29,39	
2-19	Методический кабинет	10,30	
2-20	Зал бассейна	473,81	

Таблица В.4 – Экспликация помещений на отм. 7,800

Номер помещения	Наименование	Площадь	Кат по помещению
3-1	Кабинет генерального директора	41,93	
3-2	Кабинет главного инженера	16,36	
3-3	Санузел служебный	4,48	
3-4	Приемная	24,15	
3-5	Комната переговоров	17,84	
3-6	Лестничная клетка №4	21,75	
3-7	Коридор	101,08	
3-8	Венткамера №4	60,33	
3-9	Балкон зала бассейна	76,96	
3-10	Служебный санузел	4,55	
3-11	Кабинет завхоза	17,69	
3-12	Кабинет заместителя директора 1	15,36	
3-13	Кабинет заместителя директора 2	14,22	
3-14	Бухгалтерия	29,39	
3-15	Помещение организаторов соревнований	26,02	

Таблица В.5 – Экспликация помещений на отм. 11,400

Номер помещения	Наименование	Площадь	Кат по помещению
4-1	Лестничная клетка №4	20,60	
4-2	Венткамера №6	103,38	
4-3	Венткамера №5	77,04	

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Ведомость отделки помещений

Таблица Г.1 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера				Примечание
	Потолок	Площадь, м <sup>2</sup>	Стены, перегородки, колонны	Площадь, м <sup>2</sup>	
0-1,1-1,1-2,1-3, 1-11,1-23,2-9, 3-6,3-7, 4-1	система подвесных потолков с металлическими решетчатыми кассетами Грильятто Cesal CL-T15 50x50мм	446	окраска акриловыми красками за 2 раза	1577,9	
2-20	внутренняя поверхность профлиста покрытия окрашивается порошковым способом в заводских условиях. Несущие конструкции покрытия обрабатываются антикоррозийным и огнезащитным составами.	473,81	окраска водостойкой краской за 2 раза	330,48	
1-5,1-12,1-15, 1-16,1-17, 1-18,1-19, 1-20,1-21, 1-22,2-2,2-10, 2-12,2-13, 2-15,2-17, 2-18,2-19,3-1, 3-2,3-4,3-5,3-9, 3-11,3-12,3-13, 3-14,3-15	система подвесных потолков с заполнением плитами из минерального волокна OWA Standart 600x600x14 K17.	520,94	окраска водостойкой краской за 2 раза	1293,9	
0-2,0-2/1, 0-2/2, 0-3,0-3/1, 0-3/2,0-4, 0-4/1,0-4/2,0-5,0-5/1, 0-5/2,0-6,0-6/1,0-6/2, 2-1,2-2,2-3,2-4,2-5, 2-6, 2-7,2-10/1,2-11, 2-13/1,2-14,2-16,3-3, 3-10	потолки подвесные реечные на металлическом каркасе Cesal S дизайн 100	558,73	плитка керамическая	1676,2	

# ПРИЛОЖЕНИЕ Д Результаты расчета ПК SCAD

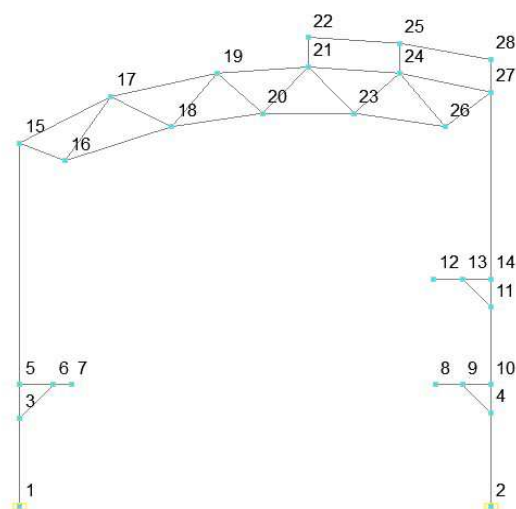


Рисунок Д.1 – Номера узлов расчетной схемы

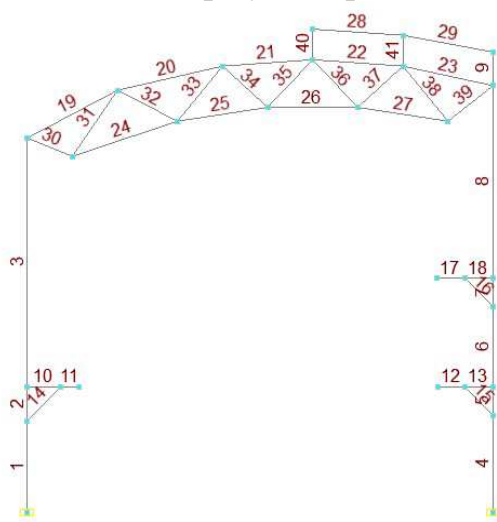


Рисунок Д.2 – Номера элементов расчетной схемы

Таблица Д.1 – Усилия в элементах при 1 комбинации загружений

№	Сечение	N	M <sub>y</sub>	Q <sub>z</sub>
		кН	кН*м	кН
1	1	-218,44	118,57	-19,98
	2	-217,33	91,93	-15,77
	3	-216,22	71,56	-11,56
2	1	-149	71,56	-78,66
	2	-148,59	27,96	-77,08
	3	-148,17	-14,77	-75,5
3	1	-115,87	-25,13	-8,4
	2	-112,84	-35,91	3,09
	3	-109,81	0	14,58
4	1	-328,15	164,78	-41,27

Продолжение Таблицы Д.1

№	Сечение	N	M <sub>y</sub>	Q <sub>z</sub>
		кН	кН*м	кН
	2	-326,37	101,79	-38,47
	3	-324,59	43,22	-35,66
5	1	-273,23	43,22	15,6
	2	-272,7	50,75	16,44
	3	-272,17	58,68	17,27
6	1	-218,68	105,82	-33,99
	2	-217,21	62,97	-31,68
	3	-215,74	23,14	-29,36
7	1	-171,3	23,14	14,98
	2	-170,77	30,38	15,81
	3	-170,24	38,01	16,65
8	1	-133,58	72,47	-27,69
	2	-130,04	-5,87	-22,11
	3	-126,5	-66,65	-16,53
9	1	-16,92	-66,65	59,73
	2	-16,3	-33,59	60,7
	3	-15,69	-1,21e-011	61,67
10	1	67,1	-10,36	28,92
	2	67,1	-2,6	-1,2
	3	67,1	-11,71	-31,33
11	1	0	-11,71	35,66
	2	0	-3,43	19,52
	3	0	1,45e-012	3,38
12	1	0	3,65e-013	-3,38
	2	0	-6,69	-27,05
	3	0	-23,8	-50,72
13	1	51,27	-23,8	0,45
	2	51,27	-29,53	-24,83
	3	51,27	-47,15	-50,12
14	1	-94,98	0	0,08
	2	-94,9	0,03	0
	3	-94,81	0	-0,08
15	1	-72,57	0	0,07
	2	-72,5	0,02	0
	3	-72,43	0	-0,07
16	1	-62,78	0	0,07
	2	-62,71	0,02	0
	3	-62,64	0	-0,07
17	1	-7,45e-012	-1,59e-013	-3,38
	2	-7,45e-012	-5,94	-21,92
	3	-7,45e-012	-20,6	-40,45
18	1	44,34	-20,6	3,79
	2	44,34	-23,18	-14,75
	3	44,34	-34,47	-33,29
19	1	-116,8	0	0,47
	2	-116,59	0,44	0,06
	3	-116,37	0,2	-0,35

Продолжение Таблицы Д.1

№	Сечение	N кН	M <sub>y</sub> кН*м	Q <sub>z</sub> кН
20	1	-236,96	-0,01	0,8
	2	-236,85	1,01	0,33
	3	-236,75	1,17	-0,15
21	1	-267,96	1,79	-1,18
	2	-267,93	-0,3	-1,59
	3	-267,9	-2,99	-2
22	1	-259,72	7,62	-4,73
	2	-259,75	0,2	-5,13
	3	-259,78	-7,82	-5,54
23	1	-172,7	5,36	-1,34
	2	-172,78	2,99	-1,75
	3	-172,87	0	-2,16
24	1	153,24	-0,3	0,75
	2	153,4	0,65	0,28
	3	153,56	0,72	-0,2
25	1	237,36	0,56	0,47
	2	237,42	0,97	0,06
	3	237,48	0,75	-0,35
26	1	235,06	0,15	0,83
	2	235,06	1,08	0,42
	3	235,06	1,4	0,01
27	1	172,94	0,04	0,62
	2	172,88	0,67	0,21
	3	172,82	0,68	-0,19
28	1	25,39	12,01	-7,28
	2	25,36	0,76	-7,69
	3	25,33	-11,11	-8,1
29	1	62,38	6,63	-1,77
	2	62,3	3,63	-2,17
	3	62,23	0	-2,58
30	1	95,5	-0,18	0,23
	2	95,55	-0,04	0,11
	3	95,59	0	-4,79e-003
31	1	-100	0,12	0,06
	2	-99,83	0,12	-0,06
	3	-99,67	-0,03	-0,18
32	1	78,92	0,02	0,22
	2	79	0,19	0,07
	3	79,07	0,17	-0,09
33	1	-28,9	0,18	0,16
	2	-28,76	0,3	0,05
	3	-28,62	0,29	-0,07
34	1	24,5	0,45	-0,27
	2	24,6	0,12	-0,39
	3	24,71	-0,33	-0,5
35	1	26,76	1,05	-1,14
	2	26,88	-0,25	-1,26

Окончание Таблицы Д.1

№	Сечение	N	M <sub>y</sub>	Q <sub>z</sub>
		кН	кН*м	кН
	3	27	-1,67	-1,38
36	1	-24,99	-0,18	0,9
	2	-24,87	0,73	0,79
	3	-24,75	1,52	0,67
37	1	65,41	1,18	-1,8
	2	65,52	-0,69	-1,92
	3	65,62	-2,69	-2,04
38	1	-124,62	-0,96	1,62
	2	-124,48	0,88	1,51
	3	-124,34	2,57	1,39
39	1	116,61	-0,27	0,26
	2	116,7	-0,08	0,14
	3	116,79	0	0,03
40	1	-37,28	13,8	-25,81
	2	-37,2	0,89	-25,81
	3	-37,12	-12,01	-25,81
41	1	-64,76	18,44	-35,86
	2	-64,68	0,35	-35,86
	3	-64,6	-17,74	-35,86

Таблица Д.2 - Усилия в элементах при 2 комбинации нагрузок

№	Сечение	N	M <sub>y</sub>	Q <sub>z</sub>
		кН	кН*м	кН
1	1	-238,87	-112,45	26,37
	2	-237,76	-75	23,89
	3	-236,65	-41,25	21,41
2	1	-218,82	-41,25	3,69
	2	-218,4	-39,44	2,76
	3	-217,98	-38,16	1,83
3	1	-136,3	-103,83	19,54
	2	-133,27	-38,15	12,77
	3	-130,24	-2,18e-014	6
4	1	-307,72	-344,11	39,18
	2	-305,94	-285,95	34,44
	3	-304,16	-235,29	29,69
5	1	-185,24	-235,29	148,51
	2	-184,71	-165,82	147,1
	3	-184,19	-97,02	145,69
6	1	-198,25	-113,37	26,87
	2	-196,78	-80,87	22,95
	3	-195,31	-53,48	19,03
7	1	-137,68	-53,48	76,55
	2	-137,16	-17,84	75,14
	3	-136,63	17,15	73,73
8	1	-113,15	39,22	16,2
	2	-109,61	75,32	6,75



Продолжение Таблицы Д.2

№	Сечение	N кН	M <sub>y</sub> кН*м	Q <sub>z</sub> кН
	3	-106,07	81,69	-2,7
9	1	-34,16	81,69	-72,75
	2	-33,54	41,3	-74,4
	3	-32,92	2,63e-013	-76,05
10	1	17,72	-65,67	78,31
	2	17,72	-30,26	48,18
	3	17,72	-11,71	18,06
11	1	0	-11,71	35,66
	2	0	-3,43	19,52
	3	0	-4,17e-013	3,38
12	1	0	-6,25e-013	-3,38
	2	0	-6,69	-27,05
	3	0	-23,8	-50,72
13	1	118,82	-23,8	68,01
	2	118,82	2,22	42,72
	3	118,82	16,36	17,44
14	1	-25,14	0	0,08
	2	-25,05	0,03	0
	3	-24,97	0	-0,08
15	1	-168,11	0	0,07
	2	-168,04	0,02	0
	3	-167,97	0	-0,07
16	1	-81,43	0	0,07
	2	-81,36	0,02	0
	3	-81,29	0	-0,07
17	1	5,96e-011	4,23e-013	-3,38
	2	5,96e-011	-5,94	-21,92
	3	5,96e-011	-20,6	-40,45
18	1	57,53	-20,6	16,97
	2	57,53	-16,98	-1,56
	3	57,53	-22,07	-20,1
19	1	-132,45	0	0,58
	2	-132,24	0,63	0,17
	3	-132,03	0,57	-0,24
20	1	-281,37	0,64	0,26
	2	-281,26	0,68	-0,22
	3	-281,16	-0,14	-0,69
21	1	-320,39	-1,33	3,08
	2	-320,36	2,99	2,67
	3	-320,33	6,7	2,26
22	1	-212,61	-8,73	6,46
	2	-212,64	0,67	6,05
	3	-212,66	9,46	5,64
23	1	-18,92	-4,19	1,77
	2	-19	-1,78	1,36
	3	-19,09	0	0,96
24	1	191,94	-0,36	0,87

Продолжение Таблицы Д.2

№	Сечение	N	M <sub>y</sub>	Q <sub>z</sub>
		кН	кН*м	кН
	2	192,1	0,81	0,39
	3	192,25	1,09	-0,08
25	1	294,37	0,7	0,42
	2	294,44	1,02	0,01
	3	294,5	0,72	-0,4
26	1	286,68	1,73	-0,35
	2	286,68	0,89	-0,76
	3	286,68	-0,55	-1,17
27	1	169,56	2,04	-0,7
	2	169,5	0,67	-1,11
	3	169,44	-1,32	-1,52
28	1	-37,83	-17,21	10,83
	2	-37,85	-1,24	10,42
	3	-37,88	14,12	10,01
29	1	-76,96	-4,69	1,94
	2	-77,04	-2,03	1,54
	3	-77,11	0	1,13
30	1	119,61	-0,26	0,28
	2	119,65	-0,08	0,16
	3	119,7	0	0,04
31	1	-125,31	0,1	0,12
	2	-125,14	0,18	0,01
	3	-124,97	0,11	-0,11
32	1	96,03	0,19	0,09
	2	96,11	0,2	-0,07
	3	96,19	0,04	-0,22
33	1	-35,1	0,58	-0,33
	2	-34,96	0,12	-0,45
	3	-34,82	-0,47	-0,57
34	1	29,43	-0,14	0,54
	2	29,54	0,35	0,43
	3	29,64	0,72	0,31
35	1	36,36	-1,14	2,06
	2	36,48	1,02	1,94
	3	36,6	3,05	1,82
36	1	-58,16	1,42	-1,82
	2	-58,04	-0,62	-1,94
	3	-57,92	-2,78	-2,06
37	1	101,83	-1,18	2,2
	2	101,94	0,98	2,08
	3	102,04	3,02	1,97
38	1	-121,44	1,18	-1,43
	2	-121,3	-0,57	-1,55
	3	-121,16	-2,45	-1,66
39	1	112,29	-0,15	0,19
	2	112,38	-0,02	0,08
	3	112,48	0	-0,04

Окончание Таблицы Д.2

№	Сечение	N	M <sub>y</sub>	Q <sub>z</sub>
		кН	кН*м	кН
40	1	-48,04	-21,26	38,46
	2	-47,96	-2,02	38,46
	3	-47,89	17,21	38,46
41	1	-18,35	-19,12	37,59
	2	-18,27	-0,16	37,59
	3	-18,2	18,81	37,59

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

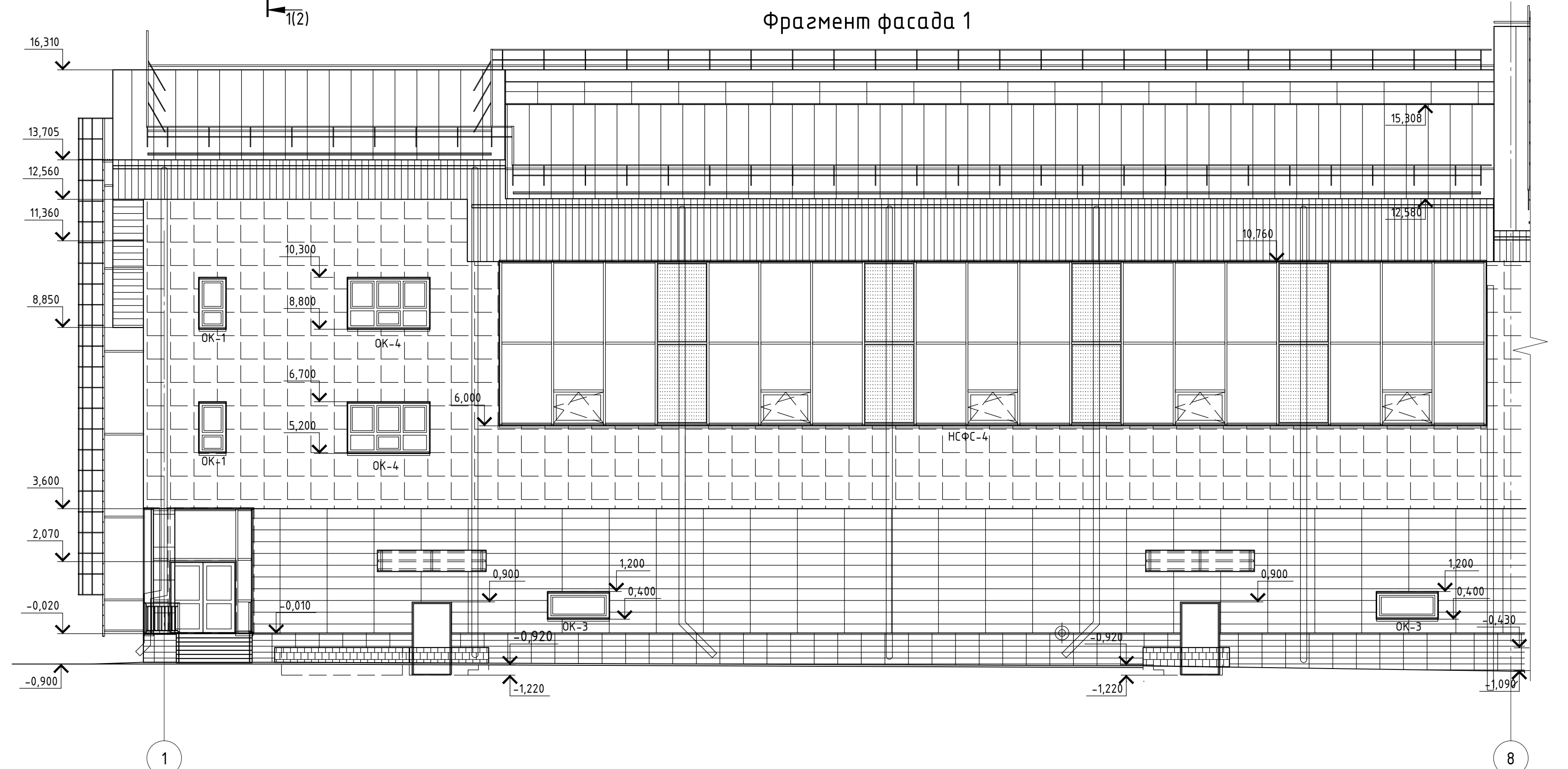
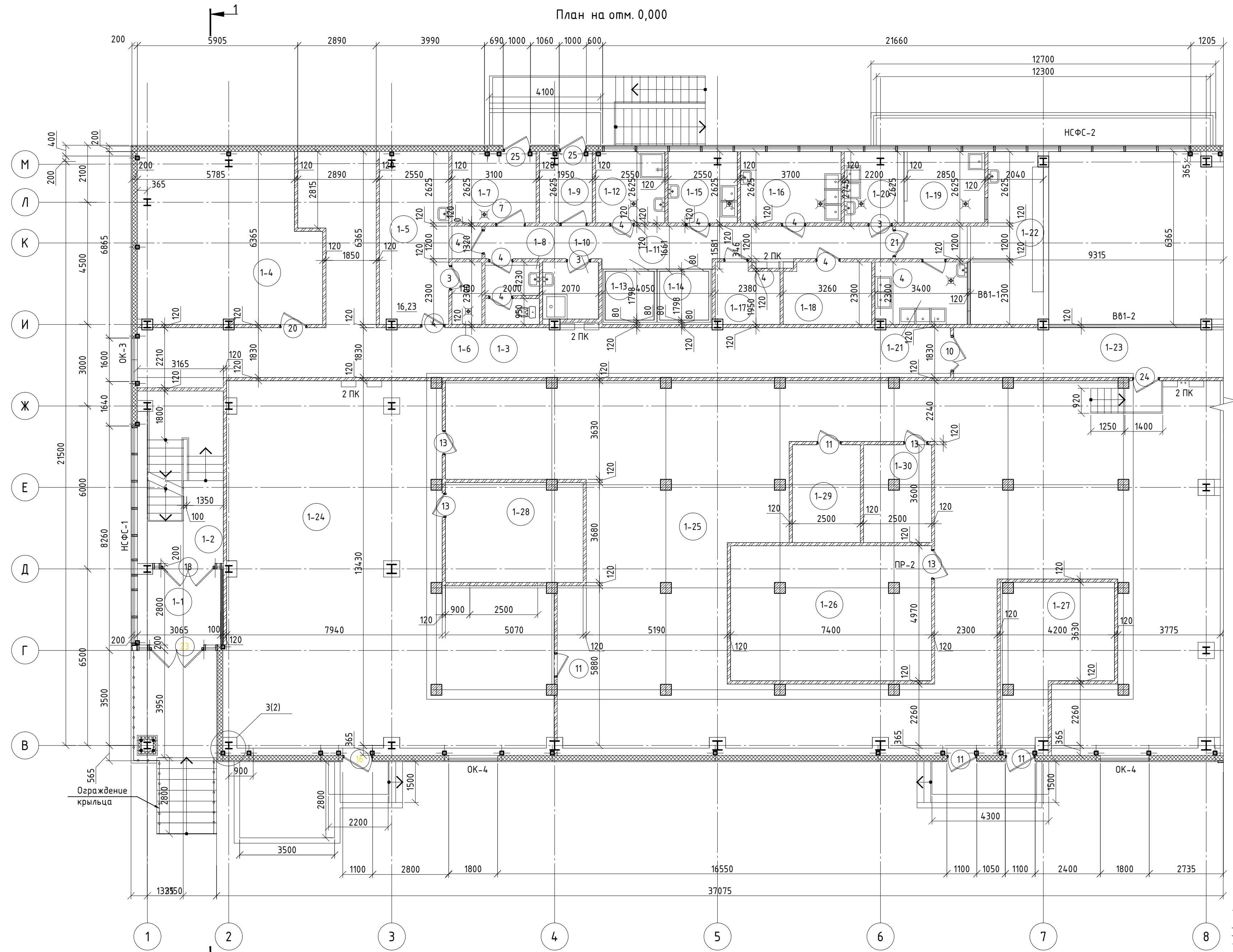
ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ  
Спортивно-технологический блок стадиона "Спутник"

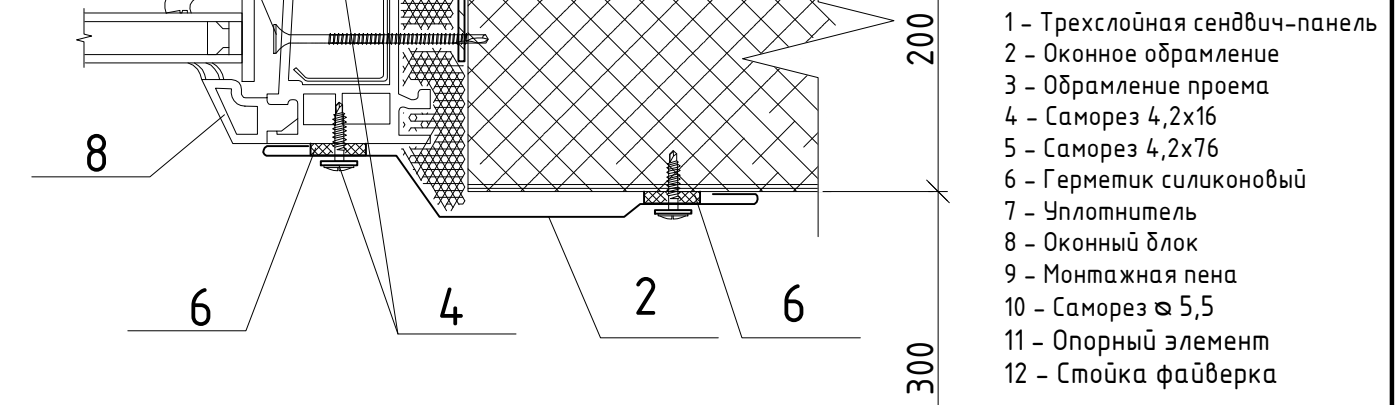
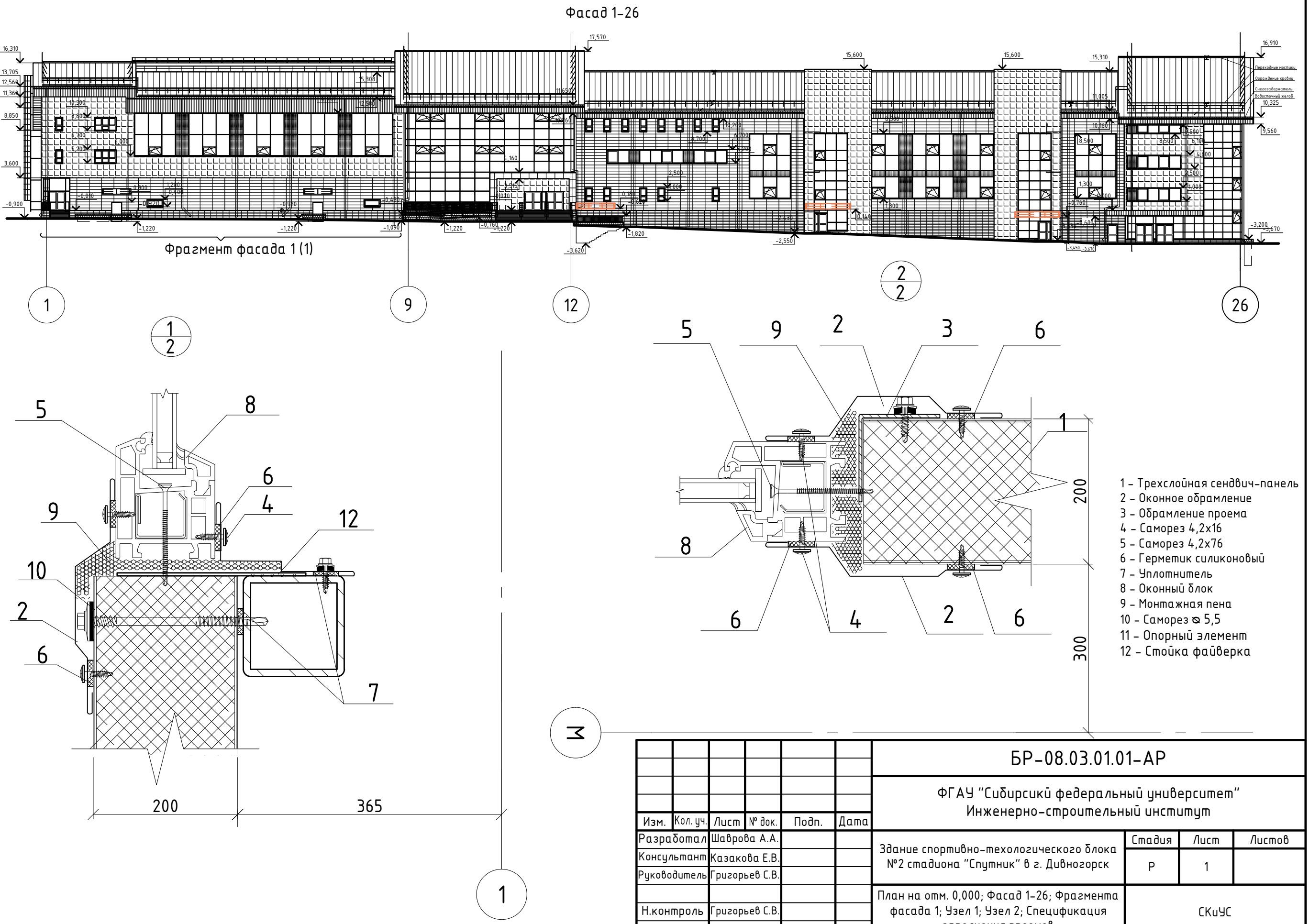
Основание: Проектная документация  
Сметная стоимость: 33 509 473,73 руб.  
-- строительных работ: 25 178 449 руб.  
Средства на оплату труда: 546 974,13 руб.  
-- оплата труда основных рабочих: 462 412,41 руб.  
-- оплата труда машинистов: 84 56.74 руб.  
Трудозатраты: 6500,49 чел.-ч  
Составлен(а) в текущих прогнозных ценах по состоянию на 1 квартал 2019 года

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб					Всего	Общая стоимость, руб				Затраты труда рабочих, чел-ч, не		
					Всего	В том числе					Всего	В том числе				На ед.	Всего
						Осн. з/п	Эк. маш.	з/п мех.	Мат.			Осн. з/п	Эк. маш.	з/п мех.	Мат.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Раздел 1 "Металлический каркас"																	
1	ФЕР 09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотойдо 25 м цельного сечения массой до 3,0 т	т	134,04	399,87	96,11	262,80	29,58	40,96	53598,575	12882,584	35225,712	3964,9	5490,2784	10,47	1403,3988	
	ФССЦ 07.2.07.13-0042	Конструкции колонн и анкерных планок металлические	т	134,04	15 167,18				134,04	2033008,8				2033008,8			
2	ФЕР 01-02-055-02	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетовдо 24 м при высоте здания до 25 м	т	13,8	1 258,46	553,07	473,06	53,96	232,33	17366,748	7632,366	6528,228	744,648	3206,154	63,28	873,264	
	ФССЦ 07.2.07.13-0051	Конструкции связей, распорок и рамок металлические	т	13,80	15167,18				7,9	119820,72				119820,72			
3	ФЕР 09-03-002-12	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания: до 25 м	т	118,3	759,63	186,33	466,96	42,84	106,34	89864,229	22042,839	55241,368	5067,97	12580,022	18,25	2158,975	
4	ФССЦ 201-0758	Отдельные конструктивные элементы зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы свыше 1 до 3 т	т	118,30	6965				118,30	823959,5				823959,5			
4	ФЕР 01-01-030-01	Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов до 24 м при высоте здания до 25 м	т	36,8	962,57	490,4	307,75	35,47	164,42	35422,576	18046,72	11325,2	1305,3	6050,656	56,11	2064,848	
	ФССЦ 07.2.07.13-0101	Конструкции стропильных ферм металлические	т	36,8	15 828,38				36,8	582484,38							
Итого по разделу 1 "Металлический каркас" в базисных ценах:																	
Итого прямые затраты в базисных ценах										3755525,5	60604,509	108320,51	11082,8	3004116,1		6500,4858	
ФОТ										71687,329							
Машины и механизмы										97237,689							
Материалы										3004116,1							
Сметная прибыль (65%)										46596,764							
Накладные расходы (112%)										80289,808							
Итого по разделу 1 "Металлический каркас"										3299927,7							
Итого по разделу 1 "Металлический каркас" с учетом индекса (7,63):																	
ФОТ										546974,32							
Машины и механизмы										741923,57							
Материалы										22921406							
Сметная прибыль (65%)										355533,31							
Накладные расходы (112%)										612611,24							
Итого по разделу 1 "Металлический каркас" с учетом индекса (7,63):										25178449							
Итого по смете:																	
ФОТ:										71687,329							
Машины и механизмы:										97237,689							
Материалы:										3004116,140							
Сметная прибыль(65%):										46596,764							
Накладные расходы (112%):										80289,808							
Итого по смете:										3299927,729							

Итого по смете с учетом индекса (7,63):	
ФОТ:	546974,317
Машины и механизмы:	741923,566
Материалы:	22921406,145
Сметная прибыль(65%):	355533,306
Накладные расходы (112%):	612611,235
Итого по смете с учетом индекса (7,63):	26146593,111
Затраты на временные здания и сооружения (1,8%):	470638,676
Итого по смете с затратами на временные здания и сооружения:	26617231,787
Затраты на зимнее удорожание (3%):	784397,793
Итого по смете с затратами на зимнее удорожание:	27401629,580
Затраты на непредвиденные расходы (2%):	522931,862
Итого по смете с затратами на непредвиденные расходы:	27924561,442
НДС (20%):	5584912,288
Итого по смете с НДС:	33509473,731

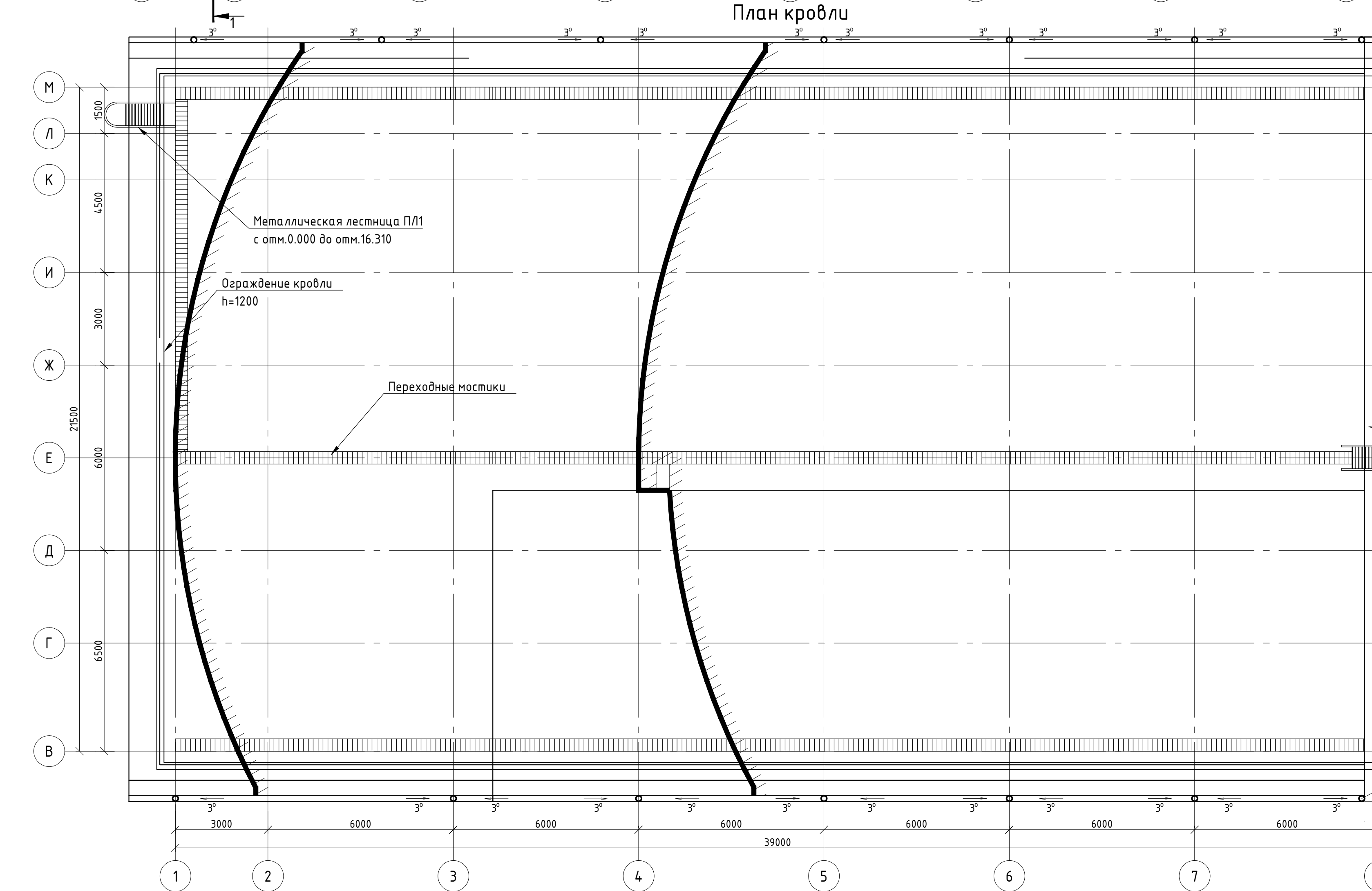
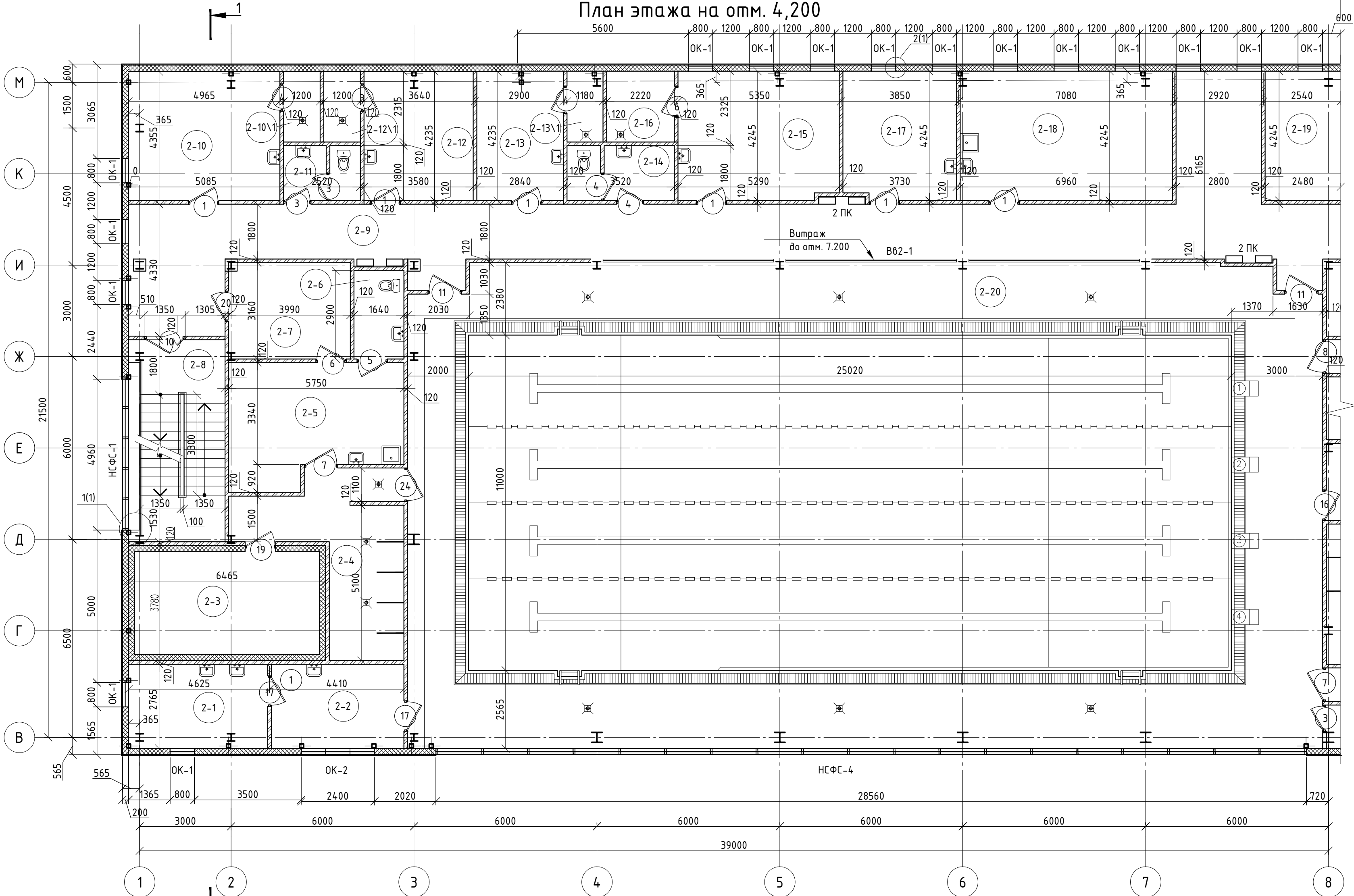


Позиция, марка	Обозначение	Наименование	Количество (шт)					Масса, ед., кг	Примечание
			3,600	0,000	4,200	7,800	11,400		
НСФС-1	Индивидуальное изготовление	Витраж тамбурный 10800х5360		1					0,000
НСФС-2	Индивидуальное изготовление	Витраж с противоударным стеклом 1750х21600		1					0,700
НСФС-3	Индивидуальное изготовление	Витраж с противоударным стеклом 4750х28500		1					6,000
ВВ1-1	Индивидуальное изготовление	Витраж внутренний 2300х3300		1					0,900
ВВ1-2	Индивидуальное изготовление	Витраж внутренний 5600х1900		1					2,300
Окна									
ОК-1	ГОСТ 30674-99	ОП Г1 1500-800 (4М1-10-4М1-10-4М1)	3	16	16				
ОК-2	ГОСТ 30674-99	ОП Г1 1500-2400 (4М1-10-4М1-10-4М1)		1	2				
ОК-4	ГОСТ 30674-99	ОП Г1 1500-1500 (4М1-10-4М1-10-4М1)	1						
ОК-6	ГОСТ 30674-99	ОП Г1 800-1000 (4М1-10-4М1-10-4М1)	2						
Двери									
1	ГОСТ 6629-88	ДГ21-10			7	2			
2	ГОСТ 6629-88	ДГ21-10 Л			7				
3	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Пр Р 2100 - 950	2	3	4				
4	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Л Р 2100 - 950		10		4	4		
5	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Пр Р 2100 - 1050	4		1				
6	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Л Р 2100 - 1050	5		2				
7	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Пр Р 2100 - 1150	4	1	2	2			
8	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Л Р 2100 - 1150	1		1				
9	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Км Бпр Дп Пр Р 2100 - 1400			1				
10	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Км Бпр Дп Л Р 2100 - 1400	1		1				
11	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Км Бпр Дп Л Р 2100 - 1150		2					
12	ГОСТ 311737-2016	ДСВ Оп Пр Бпрз Псн М1 2100 - 950		1	1				
13	ГОСТ 311737-2016	ДСВ Оп Л Бпрз Псн М1 2100 - 950		4					
14	ГОСТ 311737-2016	ДСВ Оп Пр Бпрз Псн М1 2100 - 1150		1					
15	ГОСТ 311737-2016	ДСН Оп Пр Бпрз П2лс М3 2100 - 1150		2					
16	ГОСТ 311737-2016	ДСН Оп Л Прз П2лс М3 2100 - 1150		1					
17	ГОСТ 311737-2016	ДСН Дп Пр Прз П2лс М3 2100 - 1400	1						
18	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Км Бпр Оп Л Р 2100 - 1050			2				
19	ООО "Поток"	Дверь противопожарная EI30 2100х1050 правая			1		1		
20	ООО "Поток"	Дверь противопожарная EI30 2100х1050 левая		1		1	1		
21	ООО "Поток"	Дверь противопожарная EI30 2100х1050 левая		1					
22	ООО "Поток"	Дверь противопожарная EIW30 2100х1050 правая			1	1	1		
23	ГОСТ 23747-2015	ДАН О Пр Дп Р 2100х2000		1					
24	ООО "Поток"	Дверь противопожарная EI30 1900х1000 правая		1					
25	ООО "Поток"	Дверь противопожарная EI30 2100х1050 правая наружная		2					
26	ГОСТ 23747-2015	ДАВ О Пр Дп Р 2100х2000		1					

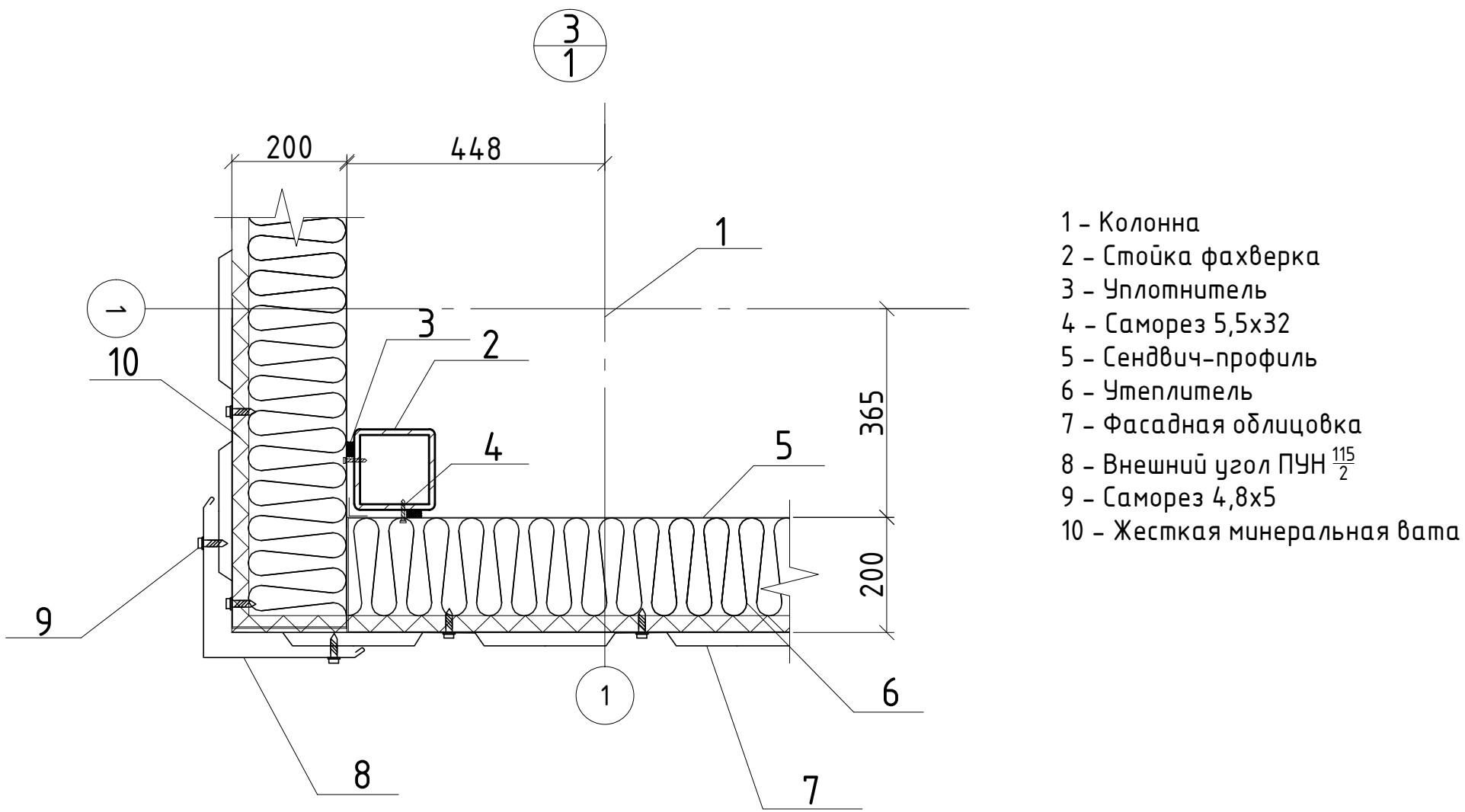
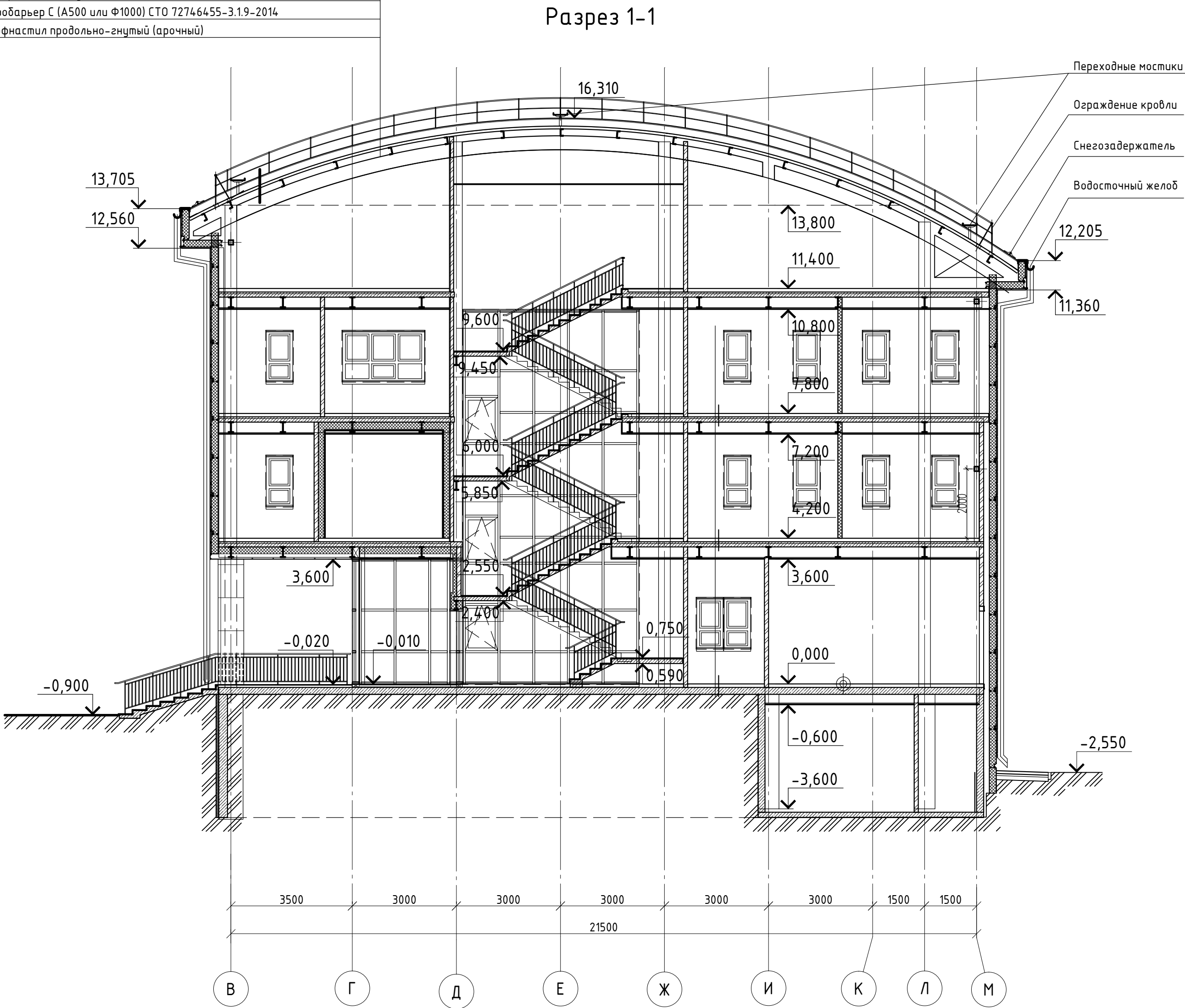


БР-08.03.01.01-АР									
ФГАУ "Сибирский федеральный университет"									
Инженерно-строительный институт									
Изм.	Кол.чт.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона "Спутник" в г. Дивногорск		Стация	Лист
Разработал	Шаврова А.А.							Р	1
Консультант	Казачкова Е.В.								
Руководитель	Григорьев С.В.								
Н.контроль	Григорьев С.В.					План на отм. 0,000; Фасад 1-26; Фрагмента фасада 1; Узел 1; Узел 2; Спецификация заполнения проемов		СКУС	
Заб.кафедрой	Дворниев С.В.								





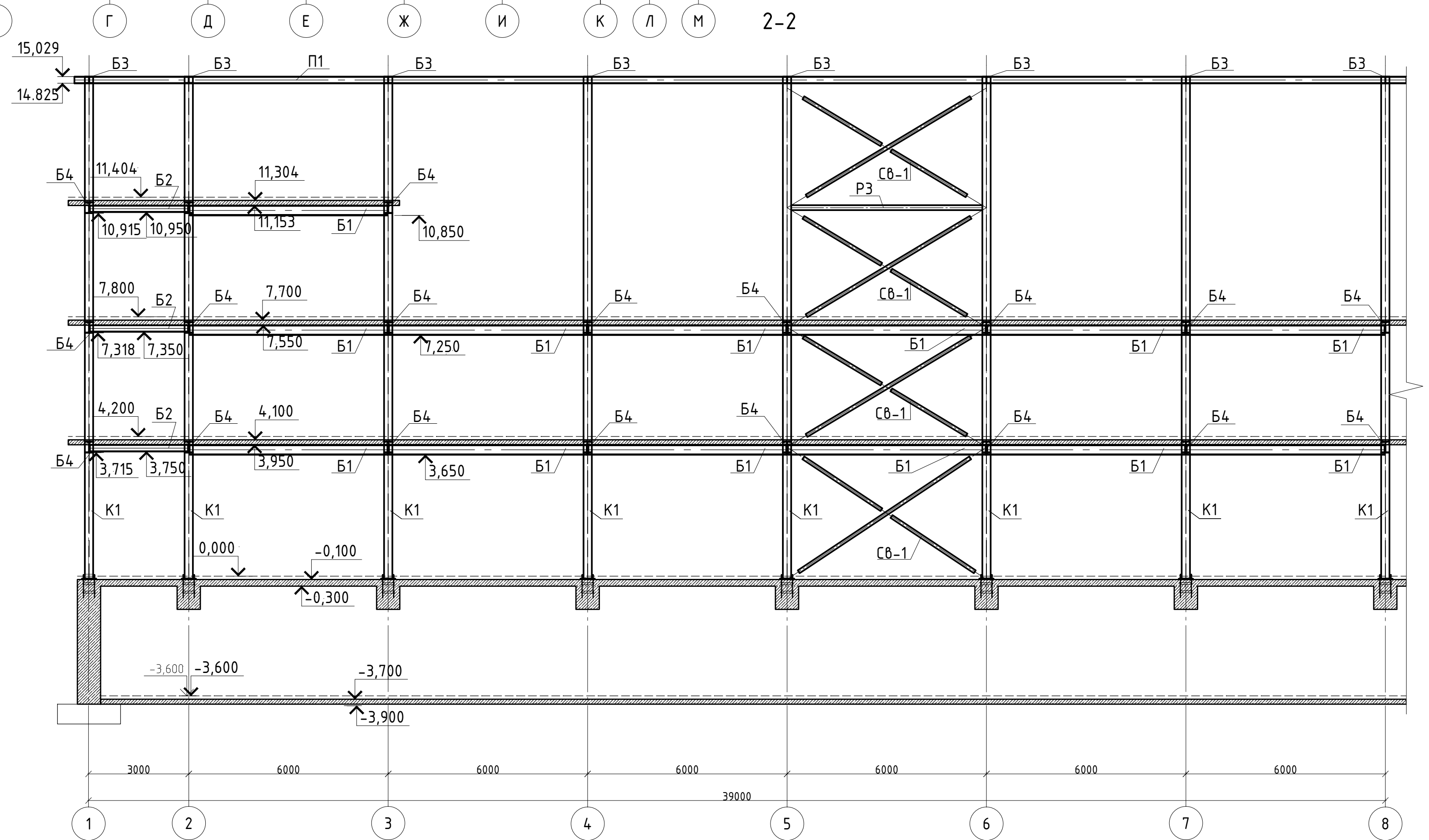
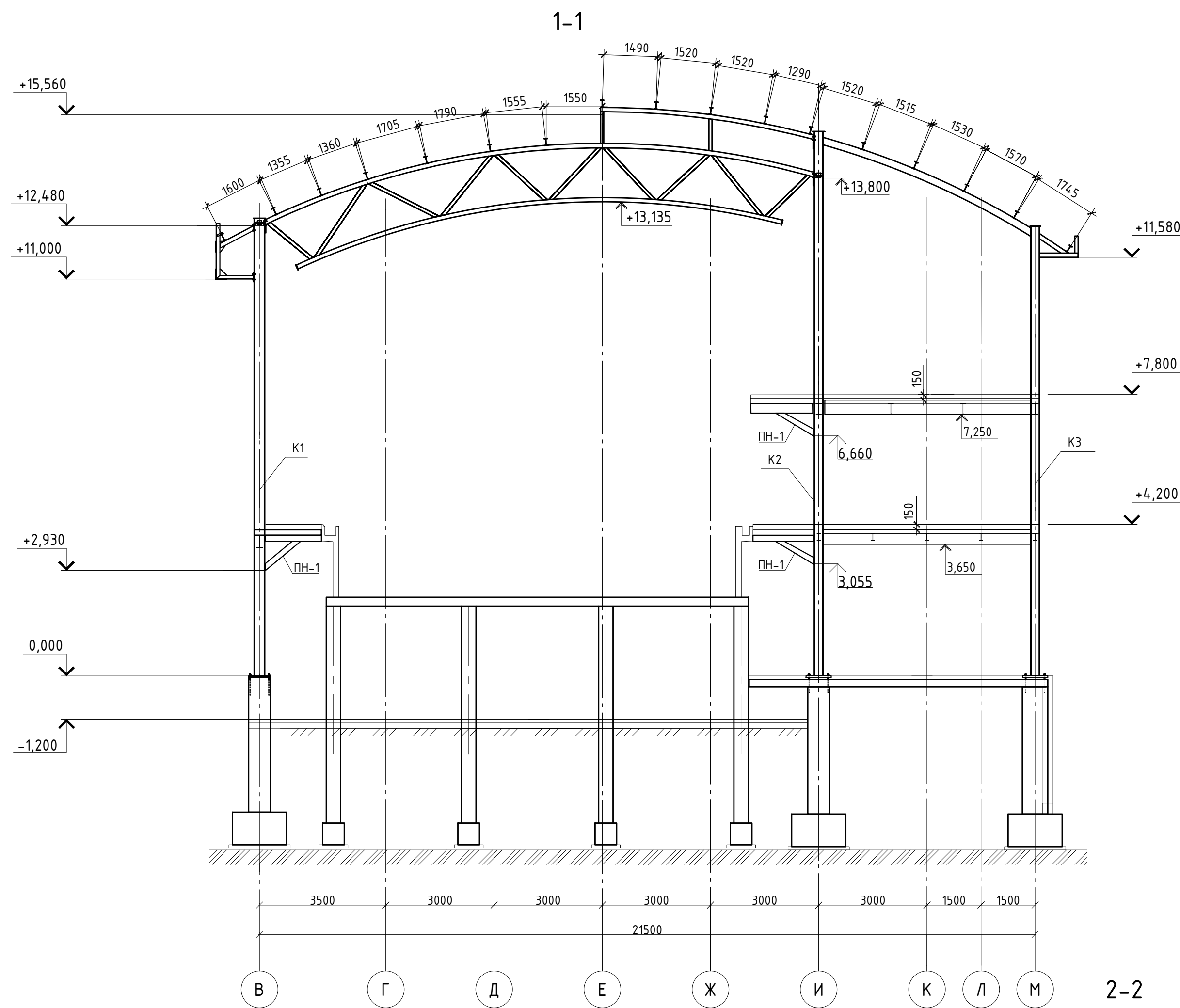
Кровля:  
Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP СТО 72746455-3.4.1-2013 - 15 мм  
Минераловатный утеплитель ТЕХНОРЧФ В60 ТУ 5762 -010-74.182181-2012  
Минераловатный утеплитель ТЕХНОРЧФ Н30 ТУ 5762 -010-74.182181-2012  
Паробарьер С (А500 или Ф1000) СТО 72746455-3.1.9-2014  
Профнастил проволочно-гнутой (арочный)


















- 1 - Колонна
- 2 - Стойка факхверка
- 3 - Уплотнитель
- 4 - Саморез 5,5х32
- 5 - Сендвич-профиль
- 6 - Утеплитель
- 7 - Фасадная облицовка
- 8 - Внешний угол ПУН 115°
- 9 - Саморез 4,8х5
- 10 - Жесткая минеральная вата

						БР-08.03.01.01-АР			
						ФГАУ "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.чт.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона "Спутник" в г. Дивногорск	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Шаврова А.А.						р	2	
Консультант	Казакбаева Е.В.					План на отм. 3.600; Разрез 1-1; План кровли; Узел 3	СКУС		
Руководитель	Ризгорьев С.В.								
Н. контроль	Ризгорьев С.В.								
Заб.кафедры	Дворниев С.В.								





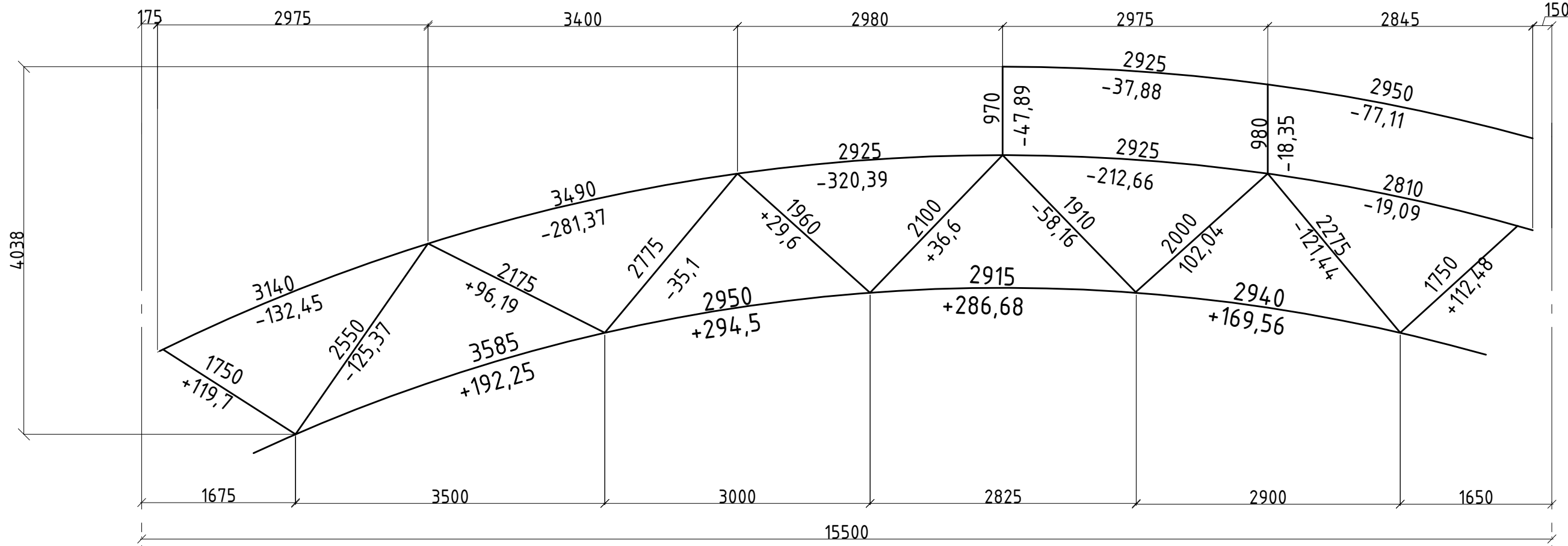
Ведомость элементов								
Марка элемента	Сечение			Усилия для прикрепления			Наимено- вание или марка металла	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	А, кН	Н, кН	М, кН·м		
Б1		1	± 30Ш2	-	-	-	С 255	
Б2		2	± 20Б1	-	-	-	С 255	
Б3		3	± 30Ш1	-	-	-	С 255	
Б4		4	± 35Ш1	-	-	-	С 255	
К1		5	± 30К2	-	-	-	С 245	
К2		6	± 30К2	-41,27	-328,15	164,78	С 245	
К3		7	± 30К2	-	-	-	С 245	
К4		7	± 30К2	-	-	-	С 245	
ФС		8	Сложный	-	-	-	С 255	
СВ-1		9	□120x6	-	-	-	С 255	
С1		10	□100x3	-	-	-	С 255	
С2		11	□100x3	-	-	-	С 255	
П1		12	± 20Ш1	-	-	-	С 255	
Р-1		13	□150x5	-	-	-	С 255	
ПН-1		14	□110x100x5	-	-	-	С 255	

						БР-08.03.01.01-КМ			
						ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Страница	Лист	Листов
Разработал	Шаброва А.А.					Задание спортивно-технологического блока №2 стадиона "Спутник" в г.Дивногорск			
Консультант	Григорьев С.В.							3	
Руководитель	Григорьев С.В.								
Н.контроль	Григорьев С.В.					Схема расположения элементов каркаса на отм. 0,000, схема расположения элементов покрытия по нижним линиям фасада ферм, по верхним линиям, разрез 1-1, 2-2	СКСУС		
Заб.качество	Двордубов С.В.								

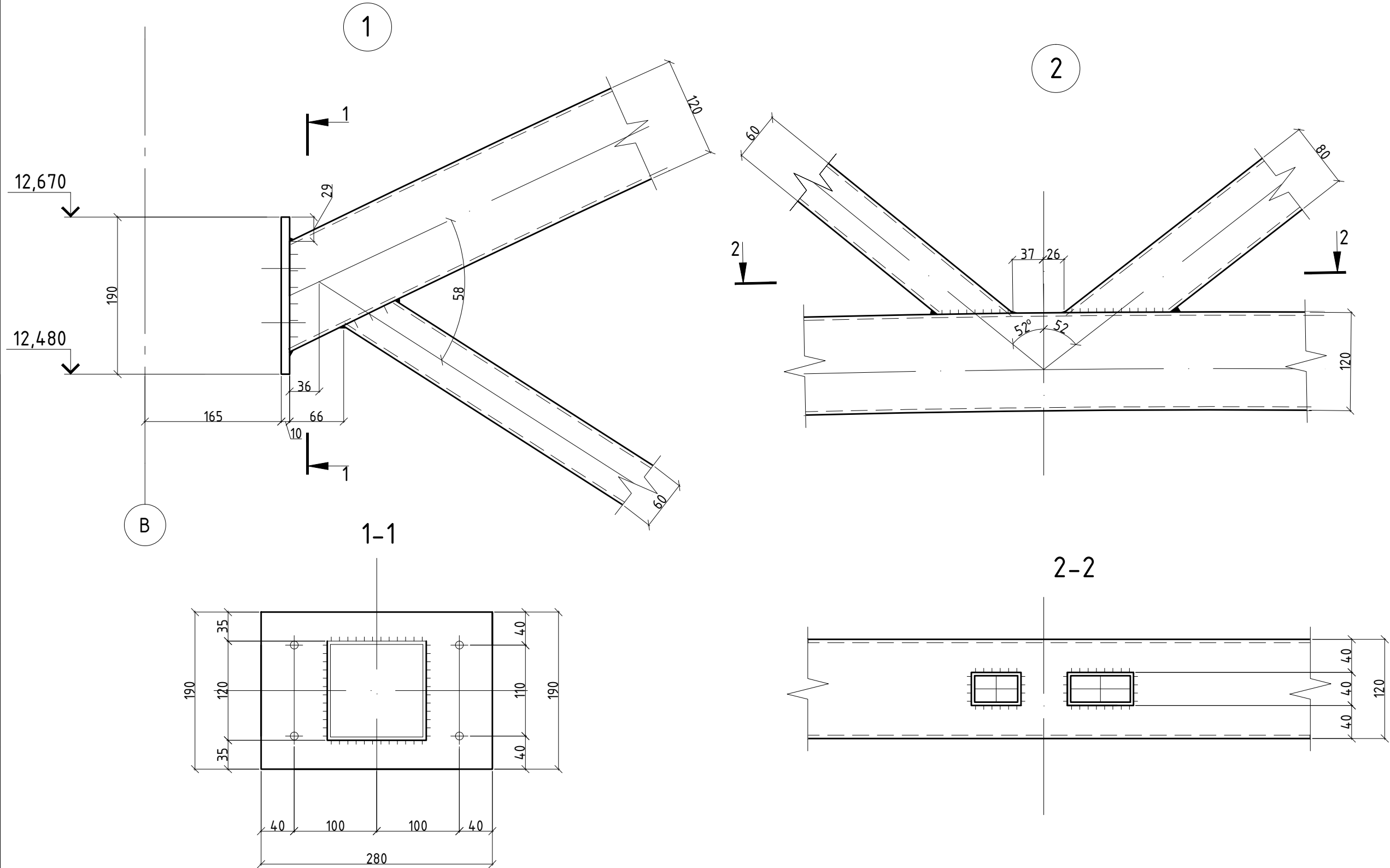
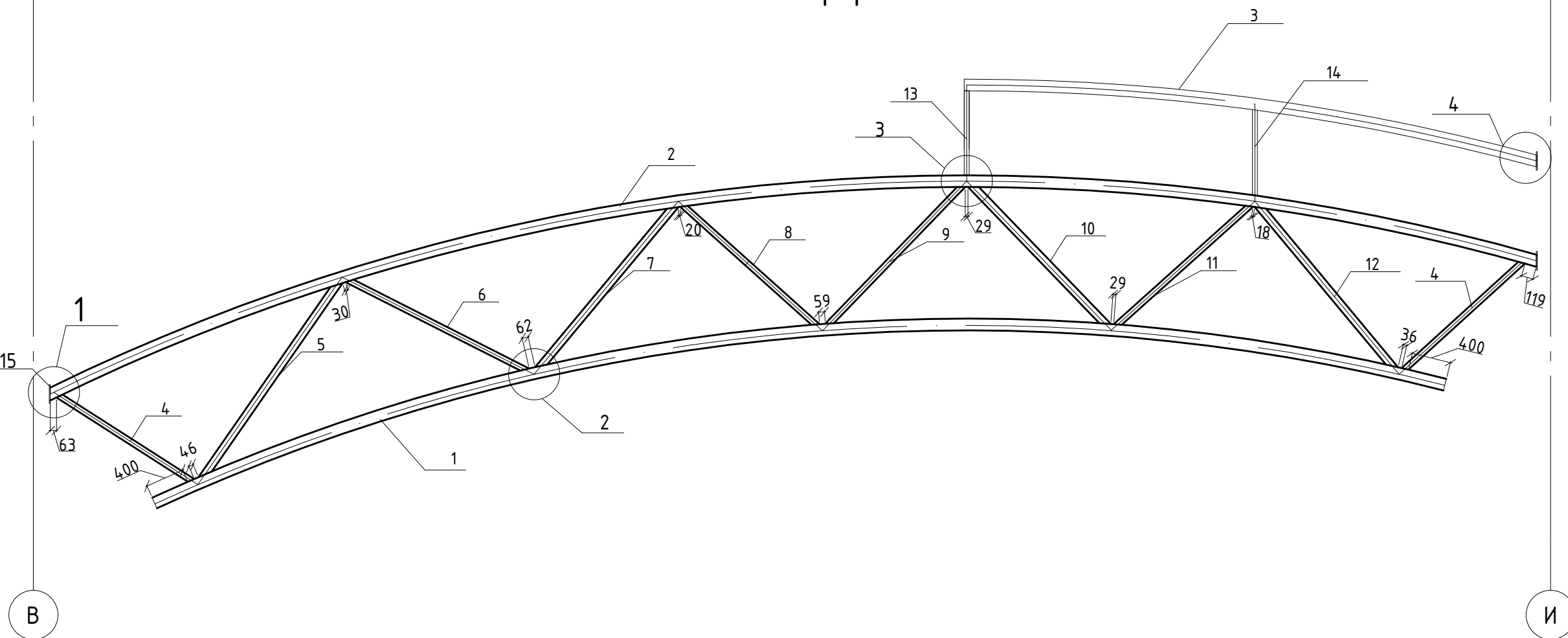
1 На разрезе 1-1 балки настила не замаркированы;  
2 За отметку 0,000 принять уровень чистого пола;  
3 Монтажные соединения конструкций выполнять  
на болтах М20 класса точности "В".

Согласовано					
Изд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №			

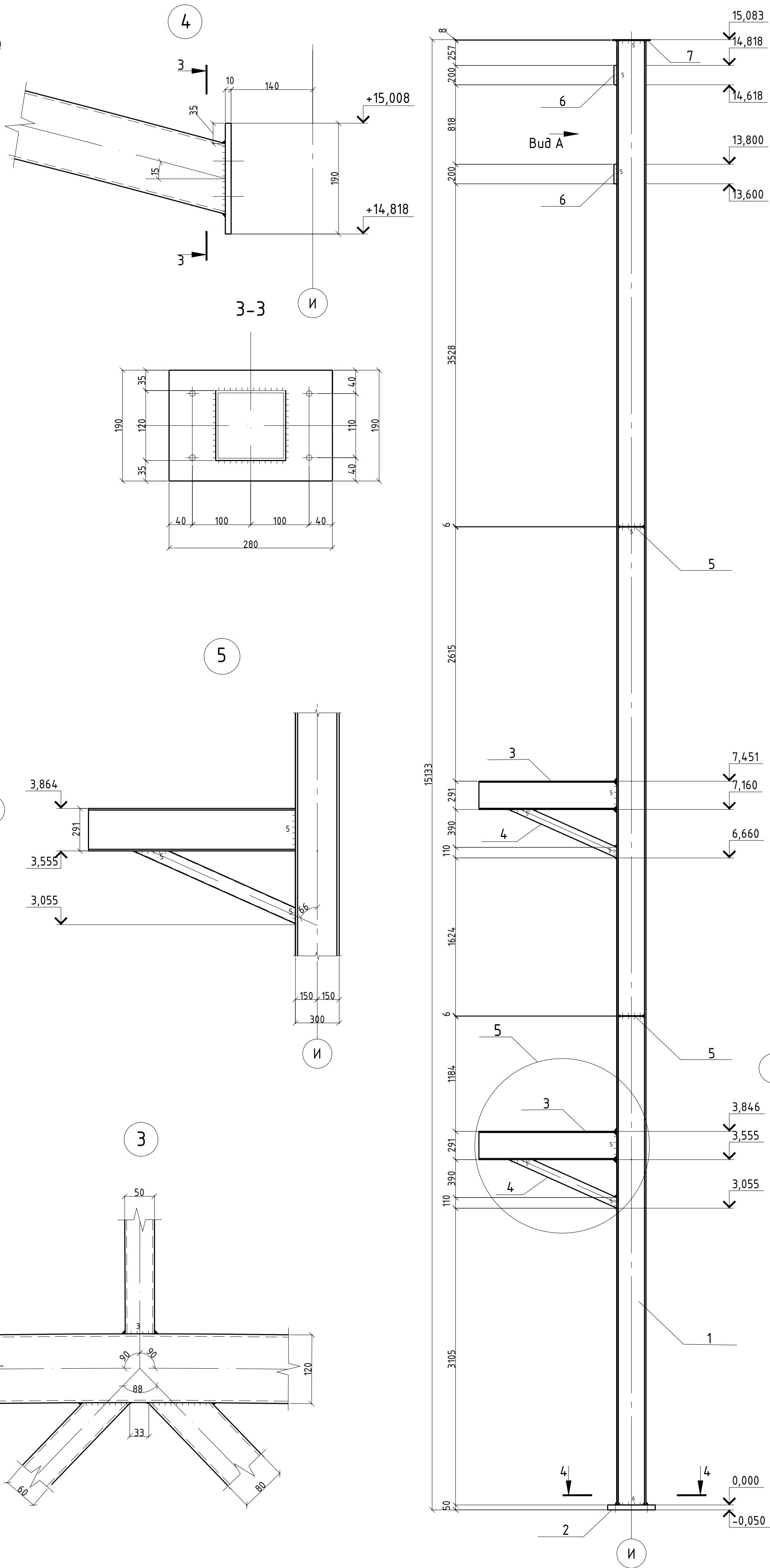
Геометрическая схема фермы ФС1



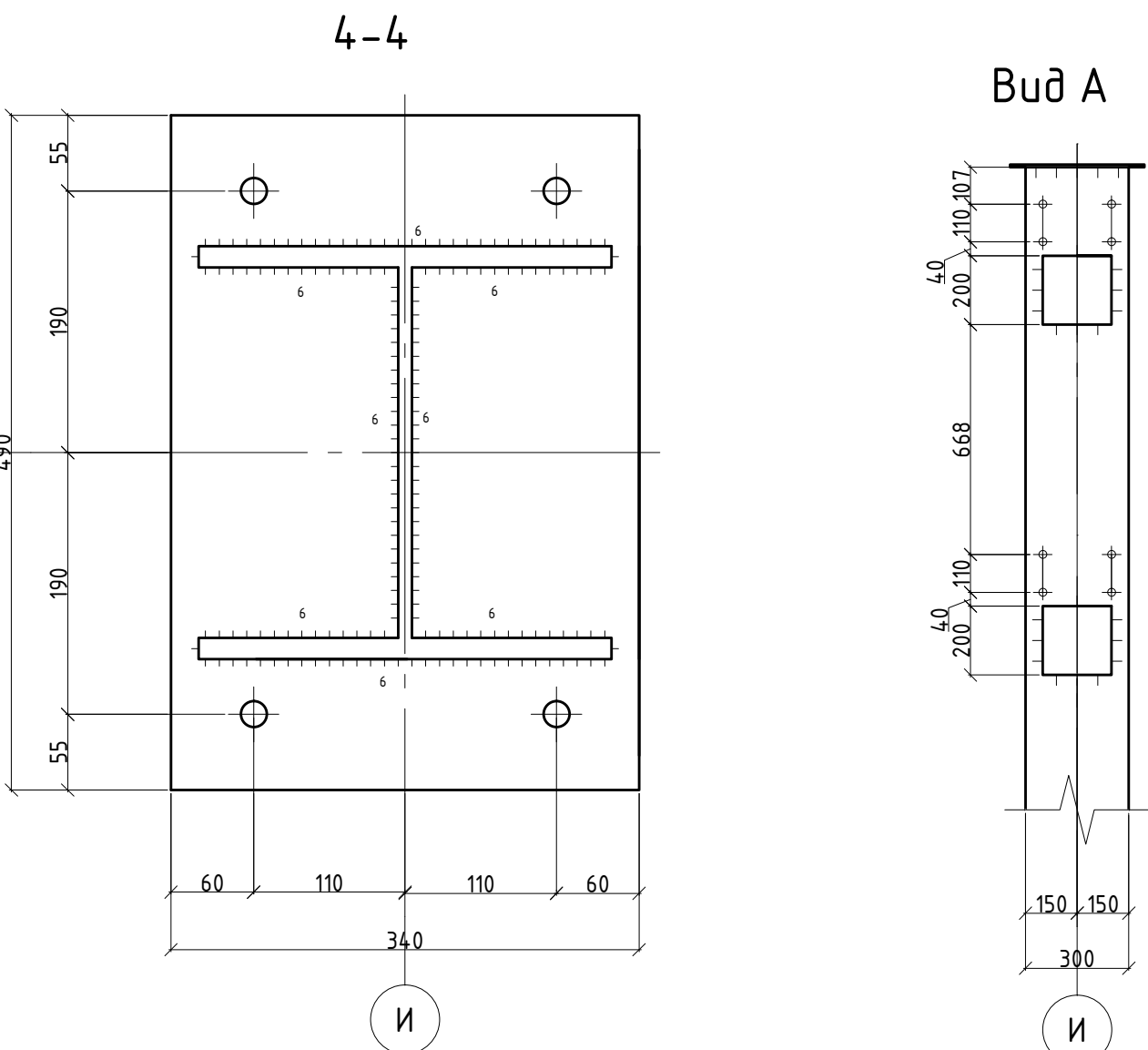
Монтажная схема фермы ФС1



Монтажная схема колонны К2

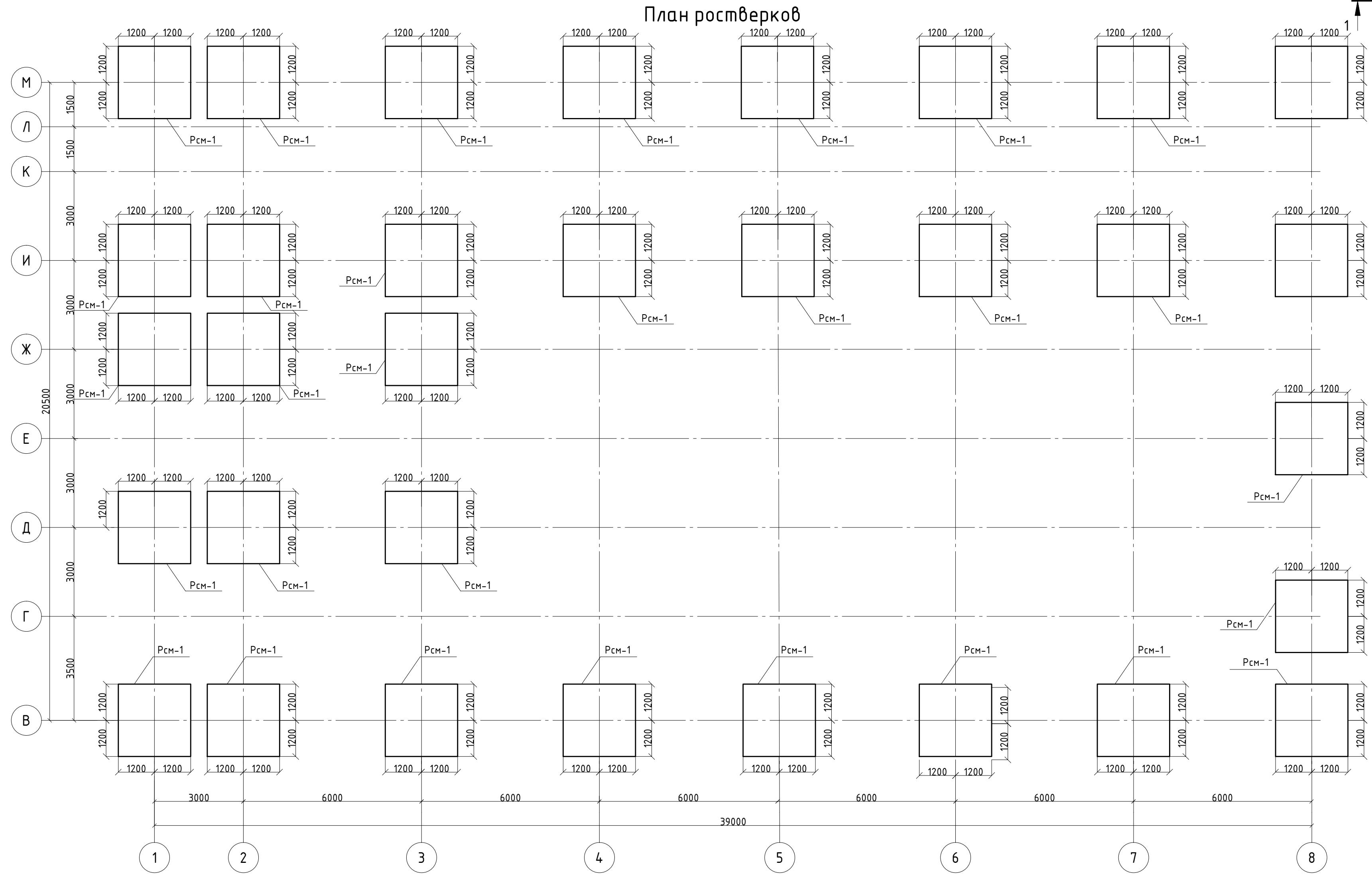
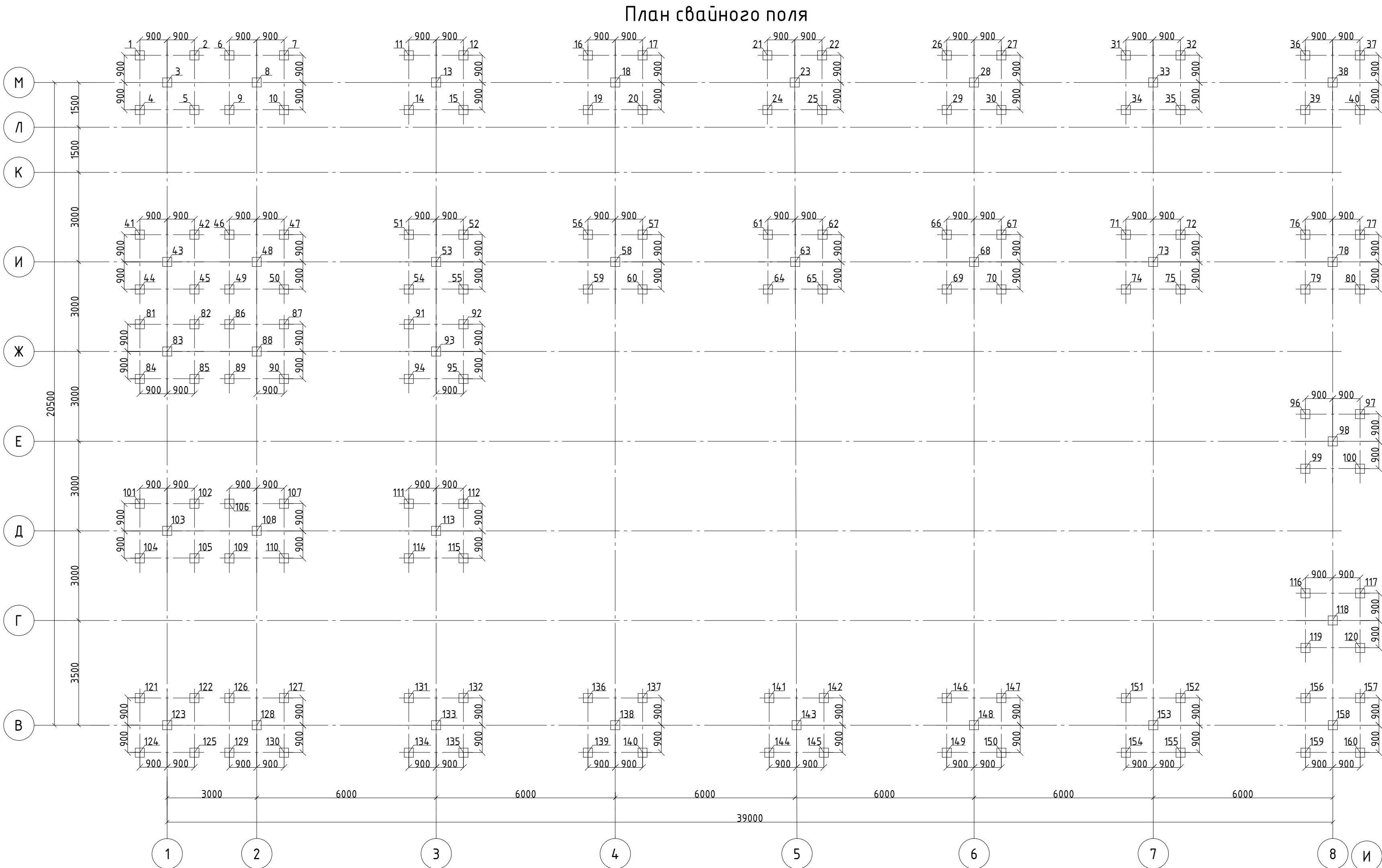


Спецификация стали											
Марка	Поз.	Кол., шт		Сечение	Длина, мм	Масса, кг			Марка или наименование стали	Примечание	
		т	н			шт. (одной детали)	общ. (всех)	элемента			
ФС1	1	1		□ 120x4	13110	186,82	186,82	566,33	С 255		
	2	1		□ 120x60x4	15405	161,5	161,5		С 255		
	3	1		□ 120x4	5875	83,72	83,72		С 255		
	4	1	1	□ 60x40x4	1750	9,54	19,08		С 255		
	5	1		□ 80x40x4	2550	17,11	17,11		С 255		
	6	1		□ 60x40x4	2175	11,85	11,85		С 255		
	7	1		□ 80x40x4	2775	18,62	18,62		С 255		
	8	1		□ 60x40x4	1960	10,68	10,68		С 255		
	9	1		□ 60x40x4	2100	11,45	11,45		С 255		
	10	1		□ 80x40x4	1910	12,82	12,82		С 255		
	11	1		□ 60x40x4	2000	10,9	10,9		С 255		
	12	1		□ 80x40x4	2275	15,27	15,27		С 255		
	13	1		□ 50x30x3	970	3,20	3,20		С 255		
	14	1		□ 50x30x3	980	3,23	3,23		С 255		
	15	3		-190x10	190	0,028	0,084		С 255		
Масса наплавленного металла 1%						5,66					
K1	1	1		± 30К2	15075	1452,2	1452,2	1519,66	С 245		
	2	1		-310x50	490	3,27	3,27		С 245		
	3	2		± 30Ш1	1,42	8,07	16,14		С 245		
	4	2		□ 110x100x5	990	14,27	28,54		С 245		
	5	2		-50x5	269	2,37	4,75		С 245		
	6	1		-200x6	200	1,02	1,02		С 245		
	7	2		-390x8	390	6,87	13,74		С 245		
Масса наплавленного металла 1%						15,2					
Ведомость отправочных элементов					Ведомость заводских сварных швов						
Марка элемента	Количество, шт	Масса, кг		Марка элемента	Длина швов, м						
		одного элемента	всех		при сечении швов					на элемент	на все
					3	4	5	6	7		
ФС1	5	566,33	2831,65	ФС1	0,8	7,12				7,92	39,6
K1	4	1484,01	5936,04	K1			6,83	1,72		8,55	42,75
Общая масса, кг			8767,37	Общая длина, м			82,35				

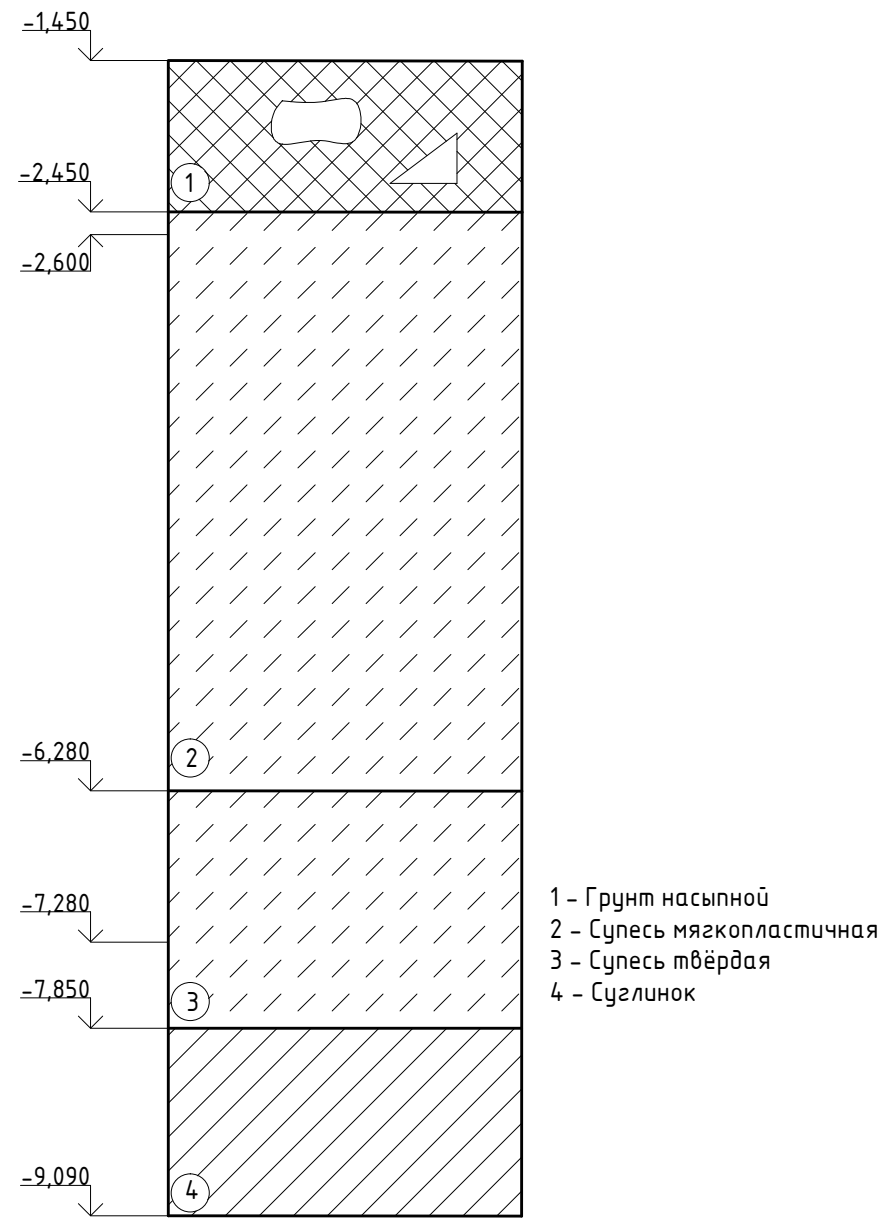


- 1 Все болты нормальной точности М20  
2 Все отверстия диаметром 23 мм, кроме оговорённых  
3 Все катеты швов 4 мм, кроме оговорённых  
4 Лист 2 читать совместно с листом 1 и пояснительной запиской

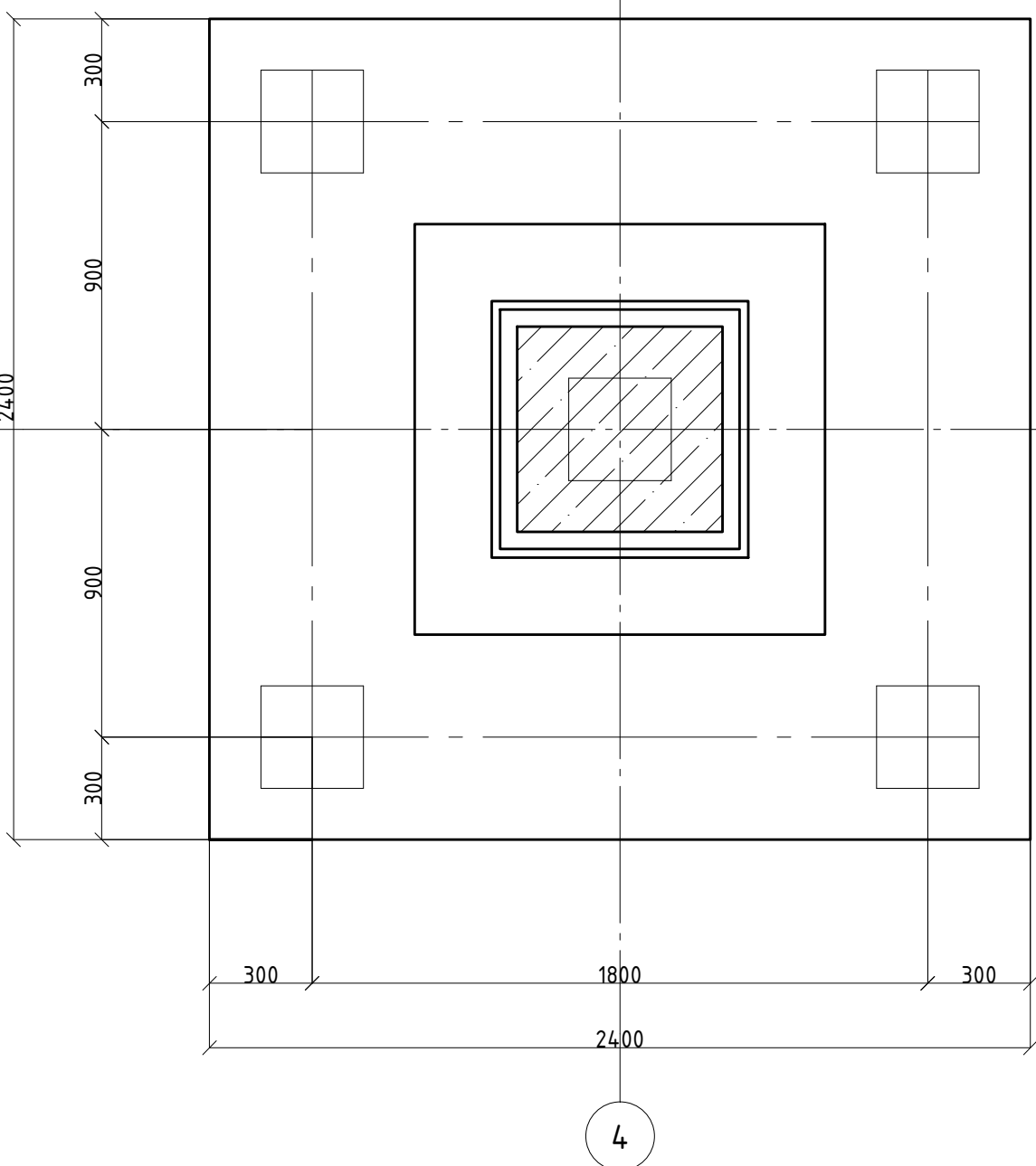
БР-08.03.01.01 - КМ					
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Шаброва А.А.				
Консультант	Григорьев С.В.				
Руководитель	Григорьев С.В.				
Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона "Спутник" в г. Дивногорск				Стадия	Лист
Геометрическая схема ФС1, монтажная схема ФС1, монтажная схема К1, узлы 1, 2, 3, 4, 5, разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, спецификация стали, ведомость отправочных элементов, ведомость заводских сварных швов				4	
Н.контроль	Григорьев С.В.				
Заб.кафедрой	Дворниев С.В.				
СКУС					



Инженерно-геологическая колонка



План ростверка РСМ-1



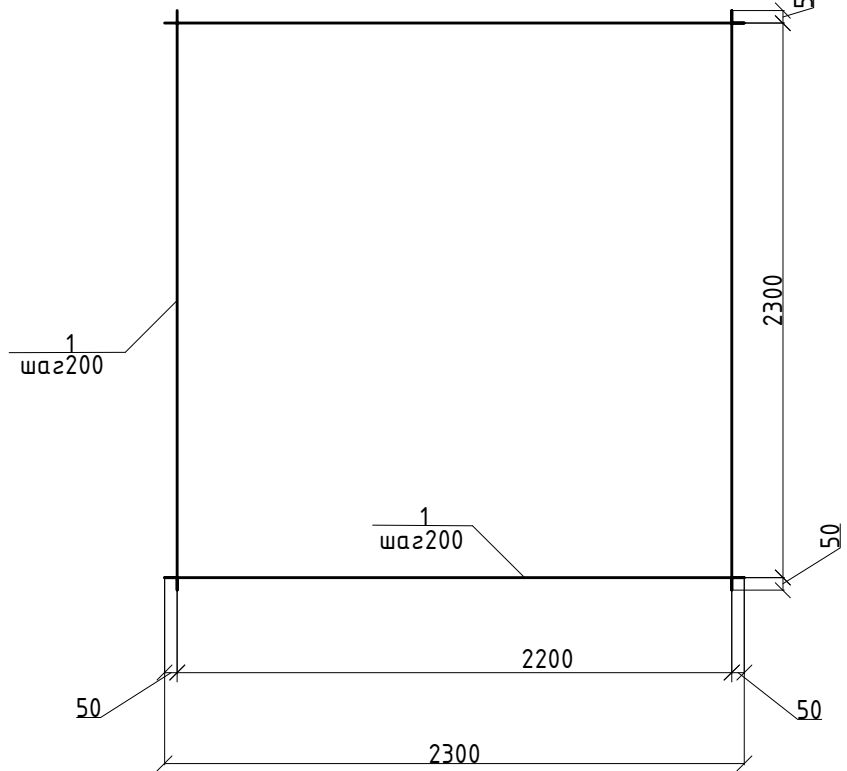
Спецификация элементов РСМ-1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед.кг	Примечание
		Фундамент монолитный			
		Сборочные единицы			
		Сетки			
1	ГОСТ 23279-2012	Сетка С-1	1	34,06	34,06
2	ГОСТ 23279-2012	Сетка С-2	2	4,77	9,55
3	ГОСТ 23279-2012	Сетка С-3	6	5,1	30,06
		Детали			
1	ГОСТ 34028-2016	φ10 А400, L=2300	24	0,617	34,06
2	ГОСТ 34028-2016	φ10 А240, L=1250	5	0,617	3,85
3	ГОСТ 34028-2016	φ6 А240, L=1050	4	0,222	0,924
4	ГОСТ 34028-2016	φ8 А240, L=1150	5	0,395	2,27
5	ГОСТ 34028-2016	φ10 А240, L=1150	4	0,617	2,83
		Материалы			
1		Бетон класса В20	3,77	м³	
2		Бетон класса В7,5	0,63	м³	

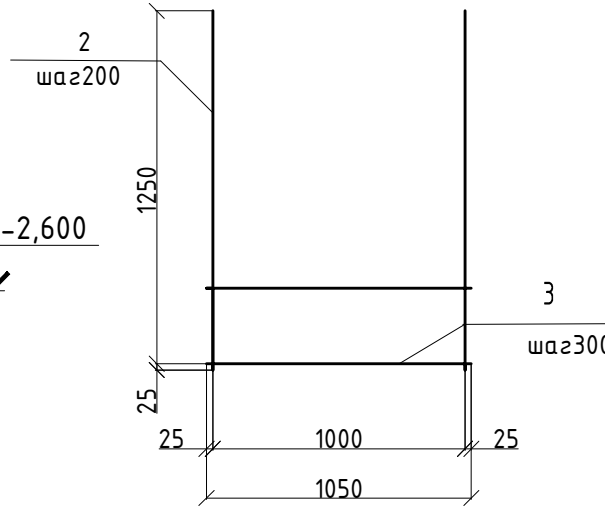
Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные									
	Арматура класса									
	А240				А400					
	ГОСТ 34028-2016				ГОСТ 34028-2016					
	φ6	φ8	φ10	Итого	φ10	φ16	φ18	φ25	Итого	Всего
С-1	-	-	-	-	1089,9	-	-	-	1089,9	1009,5
С-2	29,57	-	123,2	152,77	-	-	-	-	-	152,77
С-3	-	72,64	90,56	163,2	-	-	-	-	-	163,2

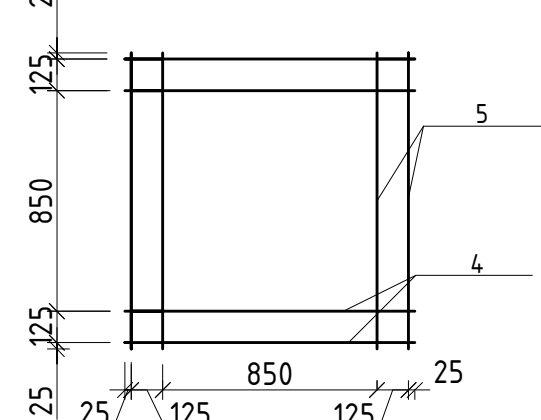
С-1



С-2



С-3



1 За нулевую отметку 0,000 в проекте принят уровень чистого пола первого этажа;  
2 В проекте принят фундамент из забийных свай. Длина свай составляет 3,7 в слой суглинка твердого;  
3 Для забийки контрольной свай принять свай 5;  
4 Грунты в основании должны быть защищены от увлажнения поверхностными водами и от промерзания в период строительства;  
5 Работы и приемку осуществлять согласно указаниям СП 45.13330.2017 "Земляные сооружения, основания и фундаменты"

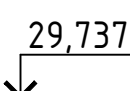
БР-08.03.01.01-КЖ					
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Шаброва А.А.				
Консультант	Иванова О.А.				
Руководитель	Григорьев С.В.				
Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона "Спутник" в г.Дивногорск				Стадия	Лист
План свайного поля, план ростверков, план ростверка РСМ-1, разрез 1-1, С-1, С-2, С-3, спецификация элементов РСМ-1, ведомость расхода стали				р	5
Н.контроль Григорьев С.В.				СКУС	
Заб.кафедрой Деоридов С.В.					



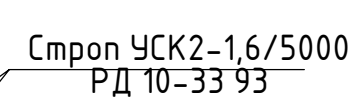
## КБ-408



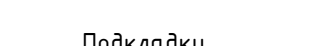
1-1


$$\begin{array}{r} 2 \\ 1 \overline{) 48} \end{array}$$

## 4 -



Прокладки



Формат А1

## Календарный план производства работ

Наименование работ	Объем работ		Запасы материала, мел.-сн.	Требуемые машины		Продолжи- тельность работы, дн.	Число слесен	Число рабочих в смену	Состав бригады	Календарные дни																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Ед. изм.	Кол-во		Машина- борона	Число маш.-сн.					Рабочие дни																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
										1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9

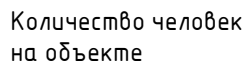
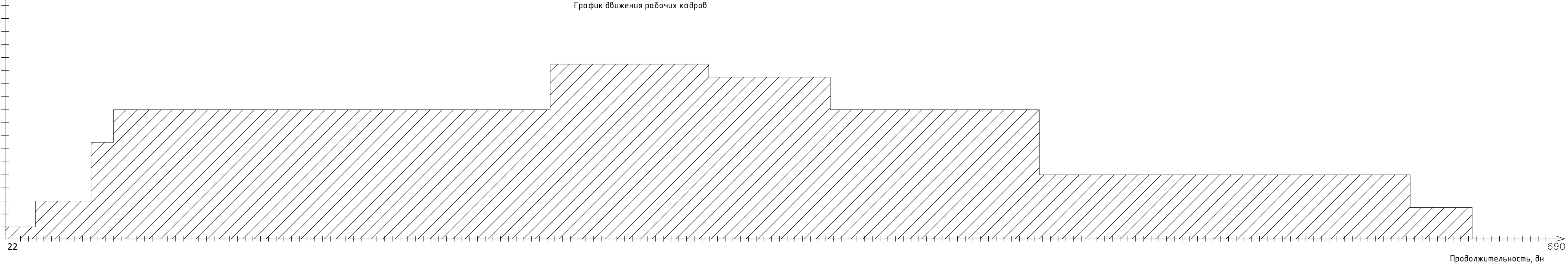


График движения рабочих кадров



ТЭП календарного плана производства работ

Наименование	Ед. изм.	Кол.-во
Нормативная продолжительность возведения здания, в том числе подготовительный период	мес.	25
Плановая продолжительность возведения здания	мес.	24,7
Сроки сокращения строительства	%	1,3

						БР - 08.03.01.01-			
						ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона "Спутник" в г. Видзигорск	Стадия	Лист	Листов
Разработал			Шаброва А.А.				р	1	
Консультант			Данилович Е.В.						
Руководитель			Гризоров Е.В.						
Н. контроль			Гризоров Е.В.			Календарный план производства работ	СКУС		
Заб.качество			Деордиев В.						

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
С.В. Деордиев  
подпись инициалы, фамилия  
«09» 09 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде проекта  
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»  
код, наименование направления

Здание спортивно-технологического блока №2  
тема  
стадиона «Спутник» в г. Красноярске

Руководитель

8.07.19  
подпись, дата

доцент каф. СКиУС  
должность, ученая степень

С.В. Григорьев  
инициалы, фамилия

Выпускник

10.07.19  
подпись, дата

А.А. Шадрова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2019



Продолжение титульного листа БР по теме \_\_\_\_\_

Здание спортивно-технологического блока на  
стадиона "Спартак" в г. Дзержинск

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

Курт 03.07.19  
подпись, дата

С.В. Козаков  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

[подпись] 5.07.19  
подпись, дата

С.В. Григорьев  
инициалы, фамилия

фундаменты

И.А. 8.07.19  
подпись, дата

И.А. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

Е.В. 6.07.19  
подпись, дата

Е.В. Данилов  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

Е.В. 6.07.19  
подпись, дата

Е.В. Данилов  
инициалы, фамилия

экономика строительства

И.Б. 6.07.19  
подпись, дата

И.Б. Катеринкина  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

[подпись] 8.07.19  
подпись, дата

С.В. Григорьев  
инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт  
Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
С.В. Деордиев  
подпись инициалы, фамилия  
« ед » 07 2019 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме бакалаврской работы



Студенту Шабровой Анастасии Алексеевне

фамилия, имя, отчество

Группа СБ 15-15Б Направление (профиль) 08.03.01

(номер)

(код)

«Строительство»

профиль «Промышленное и гражданское строительство»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Здание смертельно-технологического блока №2 стадиона «Спартак» в г. Дивногорск

Утверждена приказом по университету № 5006/с от 16. апреля 2019

Руководитель ВКР С. Р. Григорьев

инициалы, фамилия

доцент кафедры СК и УС

должность, ученое звание и место работы

**Исходные данные для ВКР бакалавра в виде проекта**

Характеристика района строительства и строительной площадки

район строительства г. Дивногорск

**Задания по разделам ВКР в виде проекта**

**Пояснительная записка**

Архитектурно-строительный раздел:

объемно-планировочное решение по СП 118.13330.2012

Общественные здания и сооружения

теплотехнический расчет стены, кровли, окна

конструктивное решение спецификация оконных

и дверных проёмов, экспликация полов

Расчетно-конструктивный раздел: высостав отделочных помещений

расчет и конструирование несущих и ограждающих конструкций здания

расчет и конструирование фундамента и

колонн

расчет и конструирование фундаментов запроектировать и рассчитать свайный фундамент: забивной и буронабивной. Т40.

Организация строительства:

расчеты по стройгенплану определение боковой городок продолжительности строительства

Технология строительного производства:

расчеты по технологической карте согласно МДС 12-29.2002

указания по производству СМР

Экономика строительства:

Расчет произведенной ст-ти стр. в объекте, лок. сметы  
расчет на монтаже каркаса, ТЭП проекта

**Графический материал с указанием основных чертежей**

Архитектурно-строительный раздел (фасад, планы этажей; поперечный, продольный разрезы, узлы): Фасад, планы этажей, разрез по лестнице, узлы 2-1 ли

Расчетно-конструктивный раздел в т.ч. фундаменты (основные чертежи рабочей документации конструктивных решений): Расчет поперечного каркаса блока №2. Расчет и конструирование фермы и колонны. Планы и разрез несущих конструкций. Узлы 2-3 ли

Организация строительства Календарный график производства работ 1-2 лис

Технология строительного производства (технологическая карта)

Технологическая карта на монтаж и каркаса, согласно МДС 12-29.2002 1 л



## Консультанты по разделам

Архитектурно-строительный:

Кири В. В. Казакова кадр. ТЗ и Н ст. учр.  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Расчетно-конструктивный:

С. В. Билорев кадр. СК и КЗ доцент  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Фундаменты:

Ир. В. А. Иванова, кадр. "АВНТ", ассистент  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Технология строительного производства:

Д. С. Е. В. Данилов кадр. СК и КЗ ст. преподав.  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

Организация строительного производства:

Д. С. Е. В. Данилов кадр. СК и КЗ ст. преподав.  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

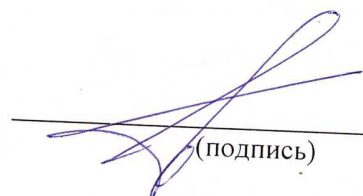
Экономика строительства:

Капур Л. Г. Кателорова кадр. ТЗ и Н ст. преподав.  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**  
выполнения ВКР в виде проекта

Наименование раздела	Срок выполнения
Архитектурно-строительный	03.07.19
Расчетно-конструктивный	05.07.19
Фундаменты	08.07.19
Технология строительного производства	06.07.19
Организация строительного производства	06.07.19
Экономика строительства	06.07.19

Руководитель ВКР

  
(подпись)

Задание принял к исполнению

  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 17 » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Отзыв руководителя  
на выпускную квалификационную работу**

Тема Здание спортивно-технологического блока на стадионе "Спутник" в г. Рыбинске

Автор (ФИО) Шаврова Анастасия Алексеевна

Институт Инженерно-строительный

Выпускающая кафедра Строительные конструкции и управленческие системы

Специальность Промышленное и гражданское строительство

Руководитель доцент каф. СК и УС

(степень, звание, должность, место работы, Ф.И.О.)

Актуальность темы ВКР в виде бакалаврской работы отражена в  
работе удовлетворение потребностей людей

Логическая последовательность структуры работы выполнена в  
соответствии с методическими указаниями

Аргументированность и конкретность выводов и предложений выводы  
логически последовательны, аргументы соответствуют содержанию

Уровень самостоятельности и ответственности при работе над темой ВКР \_\_\_\_\_

при работе с ВКР студент проявил целеустремленность и самостоятельность

Достоинства работы тема раскрыта и соответствует  
предъявляемым требованиям

Недостатки работы \_\_\_\_\_


В целом работа оценена на отлично, а ее автор

выпускник Шаврова Анастасия Алексеевна заслуживает присвоения ему

(фамилия, имя, отчество)

(ей) квалификации бакалавр по направлению «Строительство»

Руководитель ВКР

  
(подпись, дата)

С. В. Григорьев  
(инициалы, фамилия)



## СОДЕРЖАНИЕ

1	Архитектурные решения .....	6
1.1	Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации .....	6
1.2	Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства. 6	
1.3	Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства....	7
1.3.1	Решения по наружной отделке здания .....	7
1.3.3	Решения, обеспечивающие нормативные требования по естественному освещению и инсоляции .....	11
1.4	Решения, обеспечивающие защиту помещений от шума.....	11
1.4.1	Шум от внешних источников .....	11
1.4.2	Шум от внутренних источников .....	12
1.4.3	Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов .....	12
1.5	Конструктивные и объемно-планировочные решения .....	12
1.5.1	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.....	12
1.5.2	Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства.....	14
1.5.3	Химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства.....	14
1.5.4	Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций.....	15
2	Расчетно-конструктивный раздел .....	16
2.1	Компоновка конструктивной схемы здания .....	16
2.1.2	Устройство связей.....	17
2.1.3	Ограждающие конструкции.....	20
2.2	Статический расчет блока №1 в осях В-И/1-8 .....	20
2.2.1	Расчетная схема.....	20
2.2.2	Сбор нагрузок.....	21
2.2.3	Определение расчетных сочетаний усилий .....	29
2.3	Расчет и конструирование фермы ФС .....	35

						БР-08.03.01.01-ПЗ		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Здание спортивно-технологического блока №2 стадиона «Спутник» в г. Дивногорск		
Разработал		Шаврова А.А.						
Руководитель		Тригорьев С.В.						
Н. контроль		Тригорьев С.В.						
						Стадия	Лист	Листов
						Р		
						СКУС		